



TUGAS AKHIR –TI 141325

**IMPLEMENTASI PENDEKATAN *LEAN*
UNTUK PERBAIKAN PROSES PRODUKSI
BIJI PLASTIK BERWARNA PADA PT. X**

**HESTI MUSTIKA SARI
NRP. 2509 100 086**

**Dosen Pembimbing :
Prof. Ir. Moses L. Singgih, M.Sc., Ph.D.**

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2014**



FINAL PROJECT –TI 141325

**IMPLEMENTATION OF LEAN APPROACH
TO IMPROVE COLOURED PLASTIC PELLET
PRODUCTION PROCESS OF PT. X**

**HESTI MUSTIKA SARI
NRP 2509 100 086**

**Supervisor
Prof. Ir. Moses L. Singgih, M.Sc., Ph.D.**

**DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING
Faculty of Industrial Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2014**

**IMPLEMENTASI PENDEKATAN *LEAN* UNTUK PERBAIKAN
PROSES PRODUKSI BIJI PLASTIK BERWARNA PADA PT. X**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Program Studi S-1 Jurusan Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

HESTI MUSTIKA SARI

NRP. 2509 100 086

Mengetahui/menyetujui,

Dosen Pembimbing



Prof. Dr. Moses L. Singgih, M.Sc., Ph.D.

NIP. 195908171987031002

SURABAYA, JANUARI 2015

IMPLEMENTASI PENDEKATAN *LEAN* UNTUK PERBAIKAN PROSES PRODUKSI BIJI PLASTIK BERWARNA PADA PT. X

Nama Mahasiswa : Hesti Mustika Sari

NRP : 2509100086

Dosen Pembimbing : Prof. Ir. Moses L. Singgih, M.Sc., PhD.

ABSTRAK

Berdasarkan wawancara dengan pihak PT. X terdapat beberapa permasalahan seperti pengulangan proses pengeringan, pekerja dan mesin yang menganggur, juga kesulitan pemindahan material karena penempatan bahan yang kurang rapi, yang merupakan permasalahan proses produksi yang perlu dianalisa lebih lanjut dan dilakukan perbaikan. Untuk perbaikan atas permasalahan tersebut pada penelitian ini digunakan pendekatan *Lean*, untuk mengidentifikasi aktivitas *non-value adding*, *waste* kritis, beserta akar penyebab utamanya, dan usulan perbaikan melalui *value analysis* sehingga dapat meningkatkan performansi proses produksi dengan pengeluaran biaya yang lebih efektif dan efisien. Dari penelitian ini diketahui bahwa 5,56 % dari *production lead time* merupakan waktu proses yang bukan digunakan untuk *value-adding activities*, lalu tiga *waste* kritis diantara 7 *waste* dalam konsep *Lean* adalah kategori *Delay & Waiting* dengan bobot 22,6 %, *Unnecessary Motion* 20,2%, dan *Inappropriate Processing* 19%. Selain itu *root cause* kritis yang diprioritaskan adalah keahlian dan pengalaman pekerja, kondisi pekerja yang kurang optimal, sarana perawatan bahan selama pengiriman dan penyimpanan bahan, penerapan kebijakan untuk tidak menyediakan *safety stock* bahan, bahan yang belum dikirimkan oleh *supplier*, serta jumlah pekerja yang berpengaruh terhadap beban kerja. Di akhir penelitian disimpulkan bahwa alternatif perbaikan yang diajukan adalah dengan melakukan penelitian untuk pembuatan SOP yang lebih terinci, juga mengadakan pelatihan sesuai dengan SOP baru tersebut. Berdasarkan hasil perhitungan *value analysis*, dengan tambahan biaya 3,6% dari proses produksi eksisting untuk penerapan alternatif tersebut dapat memperbaiki performansi hingga 31,75% lebih baik.

Kata kunci : *Lean Manufacturing, 7 Waste, Big Picture Mapping, Root-Cause Analysis, FMEA, Value Analysis, Rank Sum.*

IMPLEMENTATION OF LEAN APPROACH TO IMPROVE COLOURED PLASTIC PELLET PRODUCTION PROCESS OF PT. X

Name : Hesti Mustika Sari
NRP : 2509100086
Supervisor : Prof. Ir. Moses L. Singgih, M.Sc., PhD

ABSTRACT

Based on interviews with the managers, there are several problems at PT. X such as rework at drying process, idle time of either workers or machines, and material handling difficulties due to material placement that not well organized, which indicates that there are problems that need to be analyzed and improved. To solve these problems, this research implements Lean approach to identify non-value adding activities, critical waste, with its critical root causes, and recommend alternative through value analysis that can improve production process performance with effective and efficient cost. Through this research, known that 5.56% of production lead time is used for value adding activities, and top 3 critical waste that prioritized among 7 waste in Lean approach are Delay & Waiting with weights of 22.6%, Unnecessary Motion 20.2%, and Inappropriate Processing 19%. Furthermore the critical root cause are the expertise and experience of workers, workers condition that is not optimal at work, material treatment facilities during shipment and storage, the material safety stock availability, material that has not delivered yet by suppliers, and number of workers that affect the workload. At the end of this research concluded that the alternative measures recommended to be applied in the production process of colored plastic pellets of PT. X is provide research to make detailed SOP of production process activities, also training for workers that corresponding with these new SOP. Based on the results of value analysis, known that with an additional charge of 3,6% of existing production process cost for the implementation of these alternatives can improve performance up to 31.75% better.

Keyword : Lean Manufacturing, 7 Waste, Big Picture Mapping, Root-Cause Analysis, FMEA, Value Analysis, Rank Sum.

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena hanya atas kehendak-Nya, dengan limpahan berkah dan rahmat-Nya, Tugas Akhir yang berjudul “Implementasi Pendekatan *Lean* untuk Perbaikan Proses Produksi Biji Plastik Berwarna Pada PT. X” ini dapat diselesaikan.

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan studi Strata-1 Teknik Industri pada Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penyusunan hingga selesainya Tugas Akhir ini juga berkat dukungan dari beberapa pihak. Karena itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ungkapan terima kasih kepada :

1. Terutama kedua orang tua penulis, Ibu Sari Sumini dan Bapak Sigit Haryanto, S.E., M.M., yang selalu memberikan nasehat, dukungan, dan doa demi selesainya Tugas Akhir ini. Juga untuk kakak, keluarga, serta saudara-saudari yang memberikan bantuan dan semangat untuk saling berbagi dalam berbagai hal.
2. Bapak Prof. Ir. Budi Santosa, M.Sc., PhD., selaku Ketua Jurusan Teknik Industri ITS.
3. Bapak Prof. Ir. Moses L. Singgih, M.Sc., PhD., selaku dosen pembimbing penyusunan Tugas Akhir. Terima kasih atas bimbingan dan motivasi yang telah diberikan kepada penulis selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Yudha Andrian Saputra, S.T., MBA., selaku Koordinator Tugas Akhir.
5. Bapak Bernard Iskandar Dinata, dari pihak perusahaan yang telah memperkenalkan perusahaannya menjadi obyek amatan, serta atas bantuan dan bimbingan yang diberikan kepada penulis selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Ibu Dosen Jurusan Teknik Industri ITS yang turut memberikan bimbingan dan ilmu kepada penulis. Serta para karyawan Jurusan

Teknik Industri ITS yang membantu berbagai keperluan pengurusan selama masa perkuliahan.

7. Sahabat-sahabat penulis yang selalu saling mendukung, menyemangati, dan berbagi informasi dengan penulis. Juga adik-adik di lembaga pendidikan YDC Surabaya yang selalu mendukung penulis untuk segera menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Teman-teman ITS dari berbagai jurusan dan angkatan yang bersedia bersama-sama berupaya menyelesaikan studi.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan pada Tugas Akhir ini, karena itu penulis menerima saran atau kritik yang bersifat membangun dari pihak manapun. Semoga Laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi penelitian selanjutnya.

Surabaya, Desember 2014

Penulis

DAFTAR ISI

Abstrak	vii
Kata Pengantar	xi
Daftar Isi	xiii
Daftar Tabel	xv
Daftar Gambar	xvii
BAB 1 Pendahuluan	3
1.1 Latar Belakang	3
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
1.6 Sistematika Penulisan.....	7
BAB 2 Tinjauan Pustaka	9
2.1 Proses Produksi	9
2.2 <i>Lean</i>	10
2.2.1 Prinsip <i>Lean</i>	10
2.2.2 Metodologi <i>Lean</i>	11
2.2.3 Tipe Aktivitas	12
2.2.4 Jenis <i>Waste</i>	12
2.3 Metode Pembobotan <i>Rank Sum</i>	13
2.4 <i>Value Stream Mapping</i>	15
2.5 <i>Root – Cause Analysis</i>	20
2.6 FMEA (<i>Failure Mode and Effects Analysis</i>).....	21
2.7 <i>Value Analysis</i>	22
2.8 <i>House of Quality</i>	23
2.9 Penelitian Terdahulu.....	25
BAB 3 Metodologi Penelitian	27
3.1 <i>Flowchart</i> Metodologi.....	27
3.2 Penjelasan <i>Flowchart</i> Metodologi.....	28

3.2.1 Tahap Persiapan	28
3.2.2 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data.....	30
3.2.3 Tahap Analisa dan Usulan Perbaikan	32
3.2.4 Tahap Kesimpulan dan Saran.....	34
BAB 4 Pengumpulan dan Pengolahan Data	35
4.1 Gambaran Umum Perusahaan	35
4.2 Deskripsi Produk Amatan.....	37
4.3 Deskripsi Proses Eksisting.....	37
4.4 Identifikasi dan Pengkategorian Aktivitas.....	44
4.5 Identifikasi <i>Waste</i>	47
4.6 Identifikasi <i>Waste</i> Kritis	50
BAB 5 Analisa dan Usulan Perbaikan	55
5.1 Analisa Hasil Pengumpulan & Pengolahan Data	55
5.1.1 Analisa <i>Waste</i> Kritis.....	55
5.1.2 <i>Root-Cause Analysis</i> (RCA)	56
5.1.3 <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA).....	60
5.2 Usulan Perbaikan	63
5.2.1 Identifikasi Alternatif Usulan Perbaikan.....	63
5.2.2 Penentuan dan Pembobotan Kriteria Performansi	67
5.2.3 Penilaian Alternatif Usulan Perbaikan berdasar <i>Value Analysis</i>	68
5.2.4 Pemilihan Usulan Perbaikan yang Terbaik	70
BAB 6 Kesimpulan dan Saran.....	77
6.1 Kesimpulan	77
6.2 Saran	78
Daftar Pustaka	79
Lampiran.....	81

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Produksi Biji Plastik Berwarna PT. X Bulan Maret hingga Juni 2014	2
Tabel 2.1 Contoh Pembobotan <i>Rank Sum</i>	14
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu	26
Tabel 3.1 Kuisisioner Pembobotan Kategori <i>Waste</i>	29
Tabel 3.2 Perhitungan Bobot Kategori <i>Waste</i>	29
Tabel 4.1 Pengkategorian Jenis Aktivitas Proses Produksi	46
Tabel 4.2 Waktu Jenis Aktivitas Proses Produksi	43
Tabel 4.3 Rekap Hasil Kuisisioner Peringkat <i>Waste</i>	51
Tabel 4.4 Perhitungan Pembobotan <i>Waste</i> dengan <i>Rank Sum</i>	52
Tabel 5.1 Analisa Akar Penyebab <i>Waste</i> Kategori <i>Inappropriate Processing</i>	57
Tabel 5.2 Analisa Akar Penyebab <i>Waste</i> Kategori <i>Delay & Waiting</i>	58
Tabel 5.3 Analisa Akar Penyebab <i>Waste</i> Kategori <i>Unnecessary Motion</i>	60
Tabel 5.4 Pendefinisian Level SOD	61
Tabel 5.6 Hubungan <i>Root cause</i> Kritis & Alternatif Perbaikan	65
Tabel 5.7 Alternatif Perbaikan yang Diusulkan	67
Tabel 5.8 Pembobotan Kriteria Performansi	68
Tabel 5.9 Pendefinisian Level Kriteria Performansi	69
Tabel 5.10 Penilaian Performansi Alternatif Perbaikan	69
Tabel 5.11 Perhitungan <i>Value</i> Alternatif Perbaikan	74

DAFTAR GAMBAR	
Gambar 2.1 Simbol Standar <i>Big Picture Mapping</i>	16
Gambar 2.2 Tahap 1 <i>Big Picture Mapping, Customer Requirement</i>	17
Gambar 2.3 Tahap 2 <i>Big Picture Mapping, Information Flow</i>	17
Gambar 2.4 Tahap 3 <i>Big Picture Mapping, Physical Flow</i>	18
Gambar 2.5 Tahap 4 <i>Big Picture Mapping, Linking Information & Physical Flow</i>	19
Gambar 2.6 Tahap 5, <i>Complete Big Picture Mapping</i>	19
Gambar 2.7 Matriks <i>House of Quality</i> (Budiasih, 2013).	24
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian	27
Gambar 4.1 Struktur Organisasi Perusahaan	36
Gambar 4.2 Proses Produksi PT. X	38
Gambar 4.3 Aliran Informasi Proses Produksi Eksisting PT.X	43
Gambar 4.4 Aliran Fisik Proses Produksi Eksisting PT.X	44
Gambar 4.5 Diagram VSM Proses Produksi Eksisting PT. X	44

BAB 1

PENDAHULUAN

Pada Bab 1 ini dibahas mengenai latar belakang penelitian Tugas Akhir, tujuan dan manfaat yang diharapkan dicapai dari penelitian, batasan dan asumsi yang digunakan selama penelitian dilakukan, dan sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan proposal penelitian ini.

1.1 Latar Belakang

George (2010) menyatakan bahwa pada era pasar global ini, para pelaku usaha berada pada kondisi yang menantang mereka untuk menjadikan usaha atau perusahaannya jauh lebih efisien dari yang pernah dicapai, dengan sumber daya yang dimanfaatkan paling tidak sama atau lebih sedikit. Beberapa upaya dilakukan seperti mengurangi *margin* operasional, atau menjalankan program baru untuk mendapatkan peningkatan kemampuan perusahaan, dimana upaya-upaya tersebut menunjukkan pentingnya keunggulan operasional perusahaan. Keunggulan operasional adalah salah satu faktor dalam kemampuan bersaing suatu organisasi, yang berhubungan dengan pemanfaatan keuangan dan pengendalian biaya.

Lean Manufacturing merupakan salah satu konsep yang telah diterapkan pada banyak industri manufaktur. Fokus dari pendekatan *Lean Manufacturing* adalah mereduksi biaya dengan mengeliminasi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (aktivitas *non value adding*) melalui penerapan suatu teori manajemen yang fokus pada identifikasi dan eliminasi *waste* pada setiap tahap dalam rantai produksi, dari sisi energi, waktu, *motion*, dan sumber daya yang terlibat sepanjang *value stream* produk (Al-Ashraf & Rahani, 2012). Aktivitas ini cenderung mengarah pada *Toyota Production System* (TPS), yaitu suatu pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi aktivitas yang termasuk *waste* melalui perbaikan secara terus menerus. Jenis-jenis *waste* yang menjadi fokus dalam pendekatan ini dikategorikan dalam 7 *Muda* (*waste*).

Perusahaan yang menjadi obyek amatan pada penelitian ini adalah PT. X yang bergerak pada bidang manufaktur yang memproduksi beberapa jenis barang keperluan rumah tangga yang berbahan baku utama plastik dan barang setengah jadi berupa biji plastik berwarna. PT. X mulai beroperasi pada tahun 2011, dan kini produknya tidak hanya dijual di pasar lokal tetapi juga diekspor ke luar negeri.

Tabel 1.1 Produksi Biji Plastik Berwarna PT. X Bulan Maret hingga Juni 2014

Bulan	Produksi Biji Plastik Berwarna (kg)	Dicetak (kg)	Dijual	
			(kg)	(%)
Maret	790.047	157.693	632.354	80,04%
April	582.045	123.685	458.360	78,75%
Mei	780.053	150.862	629.191	80,66%
Juni	850.054	168.736	681.318	80,15%
			rata-rata :	79,90%

Salah satu produk dari PT. X adalah biji plastik berwarna, yang dipilih untuk dikaji dalam penelitian ini karena merupakan produk unggulan PT. X, yang memiliki jumlah penjualan lebih tinggi dibanding produk lain yaitu produk jadi. Seperti tampak pada tabel 1.1 di atas, 80% dari hasil produksi biji plastik berwarna langsung dijual ke perusahaan lain dan sisanya diproses lebih lanjut untuk dicetak menjadi barang jadi.

Berdasarkan wawancara dengan pihak PT. X terdapat beberapa permasalahan operasional seperti adanya *rework* terutama pengulangan proses pengeringan yang berpengaruh terhadap kualitas material dan tertundanya proses *mixing*, juga kesulitan proses *material handling* karena penempatan material yang kurang teratur di area pabrik. Hal tersebut berpengaruh terhadap pemborosan pemanfaatan waktu dan energi di rantai produksi. Selain itu, dari hasil perhitungan waktu pemrosesan, diketahui bahwa 5,56% dari *production lead time* biji plastik berwarna merupakan waktu proses yang bukan digunakan untuk *value-adding activities*. Untuk perbaikan atas permasalahan tersebut pada penelitian ini digunakan pendekatan *Lean*, untuk mengidentifikasi aktivitas *non-value adding*, *waste* kritis, beserta akar penyebab utamanya, dan usulan perbaikan melalui *value*

analysis sehingga dapat tercapai kualitas produk yang lebih baik, meningkatkan performansi proses produksi dengan pengeluaran biaya yang lebih efektif dan efisien.

1.2 Rumusan Masalah

Sesuai dengan penjelasan pada latar belakang, permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana perbaikan proses produksi biji plastik berwarna pada PT. X yang dapat meningkatkan performansi proses produksi, melalui upaya reduksi akar penyebab dari *waste* kritis, dengan menggunakan metode dalam pendekatan *Lean* serta didukung dengan metode *Rank Sum* dan *HoQ*.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian Tugas Akhir ini adalah :

1. Mengidentifikasi aktivitas proses produksi biji plastik berwarna PT. X berdasarkan pengaruhnya terhadap pertambahan nilai produk dengan bantuan metode VSM.
2. Mengidentifikasi *waste* kritis pada proses produksi biji plastik berwarna PT. X menggunakan metode pembobotan *Rank Sum*.
3. Mengidentifikasi akar penyebab (*root cause*) terjadinya *waste* dengan konsep *5 Why* dalam *Root-Cause Analysis*, dan *root cause* kritis menggunakan FMEA.
4. Memberikan usulan perbaikan melalui pemilihan alternatif perbaikan yang dapat meningkatkan kualitas proses produksi PT. X menggunakan *Value Analysis*.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Terdapat beberapa batasan dan asumsi yang digunakan selama pengerjaan Tugas Akhir ini. Batasan yang digunakan tersebut adalah :

1. Data yang digunakan adalah data proses produksi biji plastik berwarna pada PT. X sejak bulan Maret hingga bulan Juni tahun 2014.

Asumsi yang ditetapkan dalam penelitian Tugas Akhir ini antara lain :

1. Tidak terjadi perubahan struktur organisasi PT. X yang berpengaruh terhadap pengambilan keputusan untuk pengolahan dan analisa data pada penelitian.
2. Kebijakan operasional, sistem atau kapasitas produksi pada PT. X tidak mengalami perubahan tertentu yang dapat mempengaruhi hasil penelitian.

1.5 Manfaat Penelitian

Beberapa manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dalam pengerjaan Tugas Akhir ini antara lain :

1. Mengetahui aktivitas-aktivitas yang dikategorikan berdasarkan pengaruhnya terhadap penambahan nilai produk dalam PT. X.
2. Mengetahui *waste* kritis yang berpengaruh terhadap proses produksi biji plastik berwarna PT. X.
3. Mengetahui rincian akar penyebab dari *waste* dan akar penyebab yang kritis diantara rincian tersebut.
4. Memperoleh usulan perbaikan proses produksi yang dapat diterapkan demi meningkatkan efisiensi proses produksi dengan tepat.

Selain itu manfaat lain yang dapat diperoleh penulis dari penelitian ini antara lain :

1. Mengetahui kompleksitas pengambilan keputusan atau kebijakan dalam upaya perbaikan proses produksi perusahaan, khususnya produk dengan bahan utama plastik, melalui reduksi *waste*.
2. Mengetahui kelebihan dan kekurangan aplikasi pendekatan *Lean* untuk perbaikan proses produksi pada usaha yang bergerak di bidang manufaktur khususnya produksi berbahan utama plastik.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai berikut :

Bab 1 Pendahuluan

Pada bab pertama dijelaskan hal yang menjadi latar belakang permasalahan yang dianalisa, rumusan masalah yang dikaji, tujuan dan manfaat penelitian, batasan dan asumsi yang diterapkan pada penelitian, serta sistematika penulisan laporan penelitian Tugas Akhir.

Bab 2 Tinjauan Pustaka

Bab Tinjauan Pustaka berisi penjelasan landasan teori terkait pendekatan *Lean*, *tools* untuk penerapan *Lean*, metode pembobotan *Rank Sum*, dan konsep matriks HoQ.

Bab 3 Metodologi

Bab Metodologi terdiri dari *flowchart* metodologi penelitian Tugas Akhir dan penjelasan langkah-langkah yang ditunjukkan dalam *flowchart* tersebut.

Bab 4 Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pada Bab Pengumpulan dan Pengolahan data dijabarkan mengenai hasil pengumpulan data dan informasi yang diperlukan, serta runtutan proses pengolahan data menggunakan *tools* dalam penerapan *Lean* sesuai dengan teori yang dijelaskan pada Bab Tinjauan Pustaka.

Bab 5 Analisa dan Usulan Perbaikan

Pada Bab 5 ini dibahas mengenai analisa berdasarkan hasil pengolahan data pada Bab 4. Kemudian alternatif usulan yang dapat diajukan, pemilihan alternatif perbaikan, serta perbandingan antara kondisi eksisting dan usulan perbaikan yang dipilih.

Bab 6 Kesimpulan dan Saran

Pada Bab 6 dijelaskan hasil penyimpulan dari tahap analisa pengolahan data yang disertai dengan saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya dan saran untuk obyek penelitian.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Pada Bab 2 ini berisi landasan teori mengenai proses produksi, *Lean*, dan beberapa *tool* dari *Lean* yang digunakan, serta *critical review* dalam penelitian ini.

2.1 Proses Produksi

Proses produksi adalah sekumpulan aktivitas yang diperlukan untuk mengubah satu kumpulan masukan (sumber daya manusia, material, energi, informasi, dan lain-lain) menjadi produk keluaran (produk jadi atau layanan) yang memiliki nilai tambah sehingga lebih bermanfaat bagi pemenuhan kebutuhan manusia (Wignjosoebroto, 2006).

Di dalam produksi terjadi suatu proses perubahan bentuk atau tranformasi dari input baik yang secara fisik maupun non fisik, kemudian terjadi pemberian nilai tambah (*value adding*) dari input material yang diolah. Penambahan nilai tersebut bisa ditinjau dari aspek fungsional maupun nilai ekonomisnya (Wignjosoebroto, 2006).

Terdapat beberapa literatur yang membahas mengenai pengukuran dan peningkatan kemampuan proses produksi dalam sistem manufaktur. Muthiah dan Huang (2006) mengelompokkannya menjadi empat kategori berdasarkan pendekatan yang digunakan. Keempat kategori tersebut adalah pengukuran kemampuan operasional dengan pemodelan matematika, dengan berdasarkan analisis sistem dan penggunaan sistem informasi, dengan menggunakan metode perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*), serta dengan menggunakan matriks pengukuran performansi. Dengan pertimbangan pentingnya pengukuran dan perbaikan sistem produksi secara berkelanjutan sehingga tercapai kemampuan yang terbaik, pada penelitian ini digunakan pendekatan *Lean*.

2.2 Lean

Lean manufacturing merupakan salah satu konsep yang telah diterapkan pada banyak industri manufaktur. Fokus dari pendekatan *Lean manufacturing* adalah mereduksi biaya dengan mengeliminasi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (aktivitas *non value adding*) melalui penerapan suatu teori manajemen yang fokus pada identifikasi dan eliminasi *waste* pada setiap tahap dalam rantai produksi, dari sisi energi, waktu, *motion*, dan sumber daya yang terlibat sepanjang *value stream* produk (Al-Ashraf & Rahani, 2012). Aktivitas ini cenderung mengarah pada *Toyota Production System* (TPS), yaitu suatu pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi aktivitas yang termasuk *waste* melalui perbaikan secara terus menerus. Jenis-jenis *waste* yang menjadi fokus dalam pendekatan ini dikategorikan dalam 7 *Muda* (*waste*).

2.2.1 Prinsip Lean

Prinsip dasar dalam upaya eliminasi *waste* dalam konsep *Lean thinking* adalah sebagai berikut (Hines & Taylor, 2000) :

1. *Specify*

Menentukan aktivitas spesifik yang dapat dan tidak dapat memberikan nilai tambah terhadap produk dari perspektif perusahaan atau departemen terkait.

2. *Identify*

Mengidentifikasi seluruh tahapan yang diperlukan dalam proses perancangan, pemesanan, hingga produksi produk yang terlibat sepanjang *value stream* untuk mengetahui *waste* yang tidak memberikan nilai tambah yang dianggap penting atau kritis.

3. *Flow*

Menyusun aktivitas yang terlibat dengan baik sehingga terjadi *value flow* yang tidak disertai *interruption*, *detour*, *backflow*, *waiting*, atau *scrap*.

4. *Pull*

Hanya melakukan aktivitas yang dibutuhkan untuk memenuhi keinginan *customer*.

5. *Perfection*

Mengupayakan penyempurnaan sistem dengan menghilangkan secara bertahap *waste* yang muncul atau ditemukan, dan dilakukan secara kontinyu.

2.2.2 Metodologi *Lean*

Tahapan yang dilakukan dalam *Lean thinking* (Hines & Taylor, 2000) adalah sebagai berikut :

1. *Understanding waste*

Mengidentifikasi *waste* yang terjadi berdasarkan tujuh macam *waste* dalam konsep *Lean*. Aktivitas yang terlibat juga dikategorikan untuk mengetahui aktivitas yang *value adding*, *non value adding*, dan *necessary but non value adding*.

2. *Setting the direction*

Menentukan faktor kritis penentu pencapaian keberhasilan dan satuan ukur yang digunakan, menentukan target untuk setiap alat ukur pencapaian keberhasilan, menentukan proses inti dan proses yang perlu dipetakan secara detail.

3. *Understanding the big picture*

Mengetahui keinginan konsumen, penyusunan aliran informasi dan aliran fisik, serta menghubungkan keduanya dan melengkapinya dengan keterangan waktu yang dibutuhkan setiap proses, sehingga terbentuk *complete map*.

4. *Detailed mapping*

Memetakan *value stream* secara detail. Terdapat beberapa *tools* yang dapat digunakan pada tahap ini, seperti *process activity mapping* dan lainnya.

5. *Getting supplier and customer involved*

Melibatkan *customer* dan *supplier* dalam menyusun dan menganalisa alternatif perbaikan dengan memanfaatkan *detailed mapping tools* yang digunakan.

6. *Checking the plan fits the direction and ensuring buy-in*

Melakukan pengecekan kesesuaian antara tujuan yang ingin dicapai, rencana program yang akan diterapkan, serta pertimbangan kemungkinan perubahan program dalam upaya pencapaian target.

2.2.3 Tipe Aktivitas

Aktivitas dalam organisasi dan sistem produksi dibagi menjadi tiga, yaitu (Hines & Taylor, 2000) :

1. *Value adding (VA) activities*, aktivitas yang dapat memberikan nilai tambah terhadap produk atau jasa berdasarkan perspektif konsumen.
2. *Non-value adding (NVA) activities*, aktivitas yang menurut sudut pandang konsumen tidak memberikan nilai tambah terhadap produk atau jasa. Aktivitas ini termasuk *waste* dan perlu dieliminasi.
3. *Necessary but non-value adding (NNVA) activities*, aktivitas yang menurut perspektif konsumen tidak memberikan nilai tambah terhadap produk atau jasa tetapi merupakan aktivitas yang dibutuhkan.

2.2.4 Jenis *Waste*

Berikut ini beberapa jenis *waste* yang perlu diidentifikasi, direduksi atau dieliminasi dalam pendekatan *Lean* (Hines & Taylor, 2000) :

1. *Overproduction*

Memproduksi unit produk yang lebih banyak dari yang dibutuhkan atau terlalu awal dibanding waktu produk tersebut dibutuhkan, yang menimbulkan aliran informasi atau aliran material yang buruk dan *inventory* yang berlebihan.

2. *Defects*

Berhubungan dengan permasalahan kualitas produk, kesalahan pencatatan, atau performansi pemenuhan *demand (delivery performance)* yang buruk.

3. *Unnecessary Inventory*

Penyimpanan yang berlebihan dan pemrosesan produk atau informasi yang tertunda, sehingga biaya yang ditimbulkan menjadi lebih besar dan pelayanan terhadap *customer* menjadi lebih buruk.

4. *Inappropriate Processing*

Proses kerja dengan peralatan yang kurang baik, atau dengan prosedur atau sistem yang kurang sesuai. Biasanya pendekatan yang lebih sederhana dapat membentuk proses kerja yang lebih efektif.

5. *Excessive Transportation*

Perpindahan pekerja, informasi, atau material yang berlebihan sehingga menimbulkan penggunaan waktu, tenaga, dan biaya menjadi kurang efisien.

6. *Delay & Waiting*

Ketidakaktifan pekerja, informasi, atau material dalam jangka waktu yang relatif lama, yang menimbulkan aliran proses kerja menjadi kurang lancar dan *lead time* yang relatif lama.

7. *Unnecessary Motion*

Pengaturan rantai kerja yang buruk sehingga proses kerja menjadi kurang ergonomis yang dapat berdampak terhadap kegiatan para pekerja, atau produk yang dihasilkan.

8. *Underutilized People*

Pembagian beban kerja yang kurang merata, pemanfaatan yang kurang optimal terhadap kemampuan, pengetahuan, keahlian, atau pengalaman yang dimiliki pegawai, atau adanya waktu *idle* pegawai dalam jangka waktu jam kerja.

2.3 Metode Pembobotan Rank Sum

Tujuan dari metode pembobotan adalah untuk menghitung seberapa besar pengaruh suatu kriteria atau parameter dibanding kriteria lainnya dalam suatu persoalan pengambilan keputusan.

Perhitungan bobot kriteria dilakukan berdasarkan pada penilaian pengambil keputusan (*decision maker*), dengan beberapa jenis metode yang dapat digunakan antara lain (Banda, 2013) :

1. Metode *rating*
2. Metode *ranking*, terdapat tiga jenis pendekatan yaitu *Rank Sum*, *Rank Reciprocal*, *Rank Exponent*.
3. Metode perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*)
4. Metode analisis *trade-off*

Pada penelitian ini digunakan metode ranking khususnya *rank sum*, yaitu pembobotan kriteria berdasarkan urutan peringkat yang diberikan oleh pihak pengambil keputusan. Kriteria dengan peringkat 1 adalah kriteria yang paling penting atau paling berpengaruh dengan nilai (k-1), peringkat 2 adalah kriteria terpenting setelah kriteria peringkat 1 dengan nilai (k-2), dan seterusnya dengan k adalah jumlah kriteria yang dibobotkan (Pilkington, 2005). Contoh perhitungan bobot kriteria dengan metode *rank sum* adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1 Contoh Pembobotan *Rank Sum*

Kriteria	Peringkat			Jumlah Nilai	Bobot Normalisasi
	1	2	3		
Kriteria A	1 orang	2 orang	6 orang	4	0,143
Kriteria B	5 orang	5 orang	-	15	0,536
Kriteria C	3 orang	3 orang	4 orang	9	0,321
total :				28	1

Terdapat tiga kriteria yang dibandingkan dengan pertimbangan beberapa orang pengambil keputusan. Berdasarkan tabel 2.1 di atas maka perhitungan jumlah nilai masing-masing kriteria adalah sebagai berikut :

$$\text{Kriteria A} = (1 \text{ orang} \times 2) + (2 \text{ orang} \times 1) + (6 \text{ orang} \times 0) = 4$$

$$\text{Kriteria B} = (5 \text{ orang} \times 2) + (5 \text{ orang} \times 1) + (0 \text{ orang} \times 0) = 15$$

$$\text{Kriteria C} = (3 \text{ orang} \times 2) + (3 \text{ orang} \times 1) + (4 \text{ orang} \times 0) = 9$$

Bobot normalisasi merupakan hasil rasio jumlah nilai tiap kriteria terhadap total nilai semua kriteria. Bobot ini yang digunakan untuk menentukan urutan prioritas kriteria. Berdasarkan contoh data di atas, A merupakan kriteria yang paling diutamakan dibanding B dan C.

2.4 Value Stream Mapping

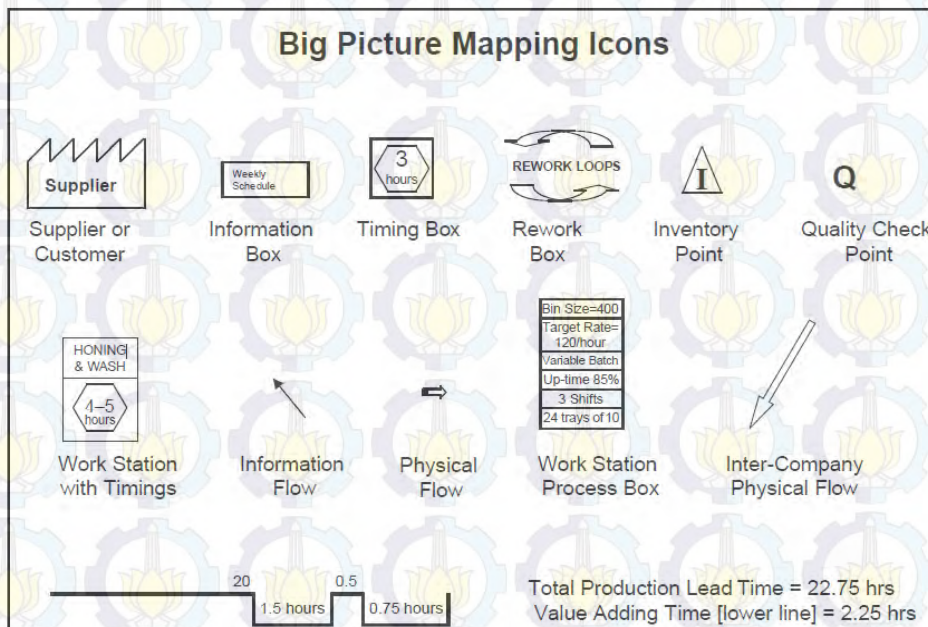
VSM merupakan metode untuk membantu menggambarkan suatu sistem dengan menyusun pemetaan aliran informasi dan aliran material. Dengan VSM, suatu sistem dapat digambarkan melalui urutan proses yang terlibat. Penggambaran sistem ini dapat menjadi pertimbangan dalam pengambilan keputusan atau kebijakan dalam upaya mengeliminasi aktivitas *non value adding* (Kannan, dkk., 2010). *Value stream* adalah keseluruhan tindakan dalam suatu aliran, yang diperlukan untuk menghasilkan suatu produk. *Value stream* dapat digunakan sebagai alat bantu untuk mereduksi *waste* dan menyesuaikan pemanfaatan material yang dipasok dengan kebutuhan pemenuhan permintaan *customer*, sehingga menghasilkan *customer value* lebih besar dengan biaya lebih rendah. Langkah pertama dalam *value stream management* adalah memahami kapabilitas proses, serta mengidentifikasi ukuran dan sumber dari *waste* yang terjadi. Terdapat beberapa jenis *tools* dari *Lean* yang dapat digunakan untuk melakukan langkah tersebut. Terdapat beberapa jenis VSM, antara lain *Big Picture Mapping*, *Process Activity Mapping*, *Quality Filter Mapping*, *Demand Amplification Mapping*, *Four Fields Mapping*, dan jenis lainnya. Pada penelitian ini digunakan *Big Picture Mapping*, dimana VSM jenis ini merupakan VSM yang umum dan relatif efektif digunakan pada beberapa penelitian.

- ***Big Picture Mapping***

Big Picture Map, digunakan untuk mengidentifikasi kemampuan apa yang dimiliki sistem eksisting, bagaimana tingkatan kemampuan yang ingin dicapai, dan bagaimana rencana untuk mencapai target tersebut. *Big Picture Map* menunjukkan jalur atau aliran suatu produk, mulai dari bahan baku hingga menjadi produk akhir yang dikirim kepada *customer*, memberikan penggambaran

dari setiap proses yang terlibat, termasuk inspeksi, *rework*, dan lainnya, dalam aliran informasi dan material. Beberapa kelebihan dari *Big Picture Mapping* antara lain dapat membantu memvisualisasikan tidak hanya dari segi proses tetapi juga pihak yang terlibat dan fungsi atau tanggung jawabnya terhadap permasalahan yang muncul, menunjukkan hubungan antara aliran informasi dan aliran material, juga melibatkan data baik kualitatif maupun kuantitatif yang mendukung pihak manajemen untuk memahami proses yang kini dilaksanakan, dan rencana yang akan diterapkan untuk perbaikan beserta pengaruhnya terhadap sistem dan produk .

Simbol-simbol visual standar yang digunakan dalam *Big Picture Mapping* ditunjukkan gambar di bawah ini (Hines & Taylor, 2000).

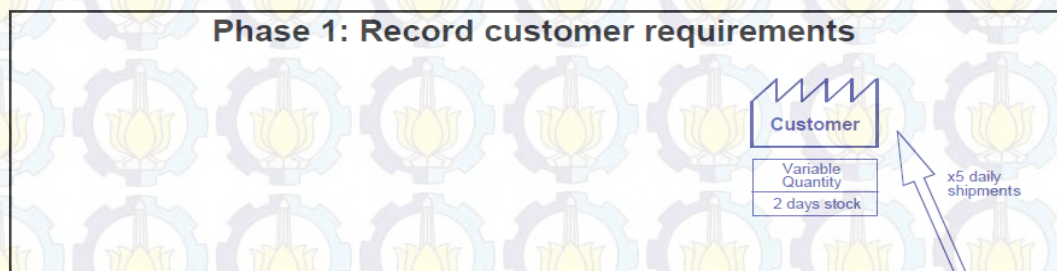


Gambar 2.1 Simbol Standar *Big Picture Mapping*

Berikut adalah langkah menyusun VSM (Hines & Taylor, 2000) :

1. *Customer requirement*

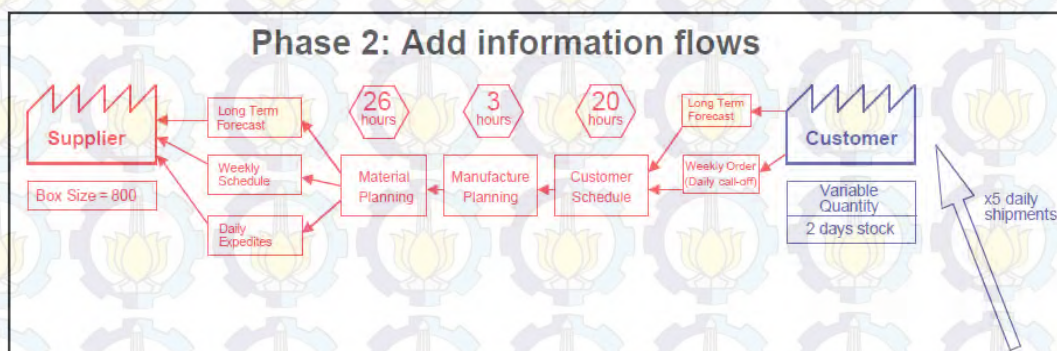
Mengumpulkan informasi mengenai keinginan konsumen baik dari spesifikasi produk, jumlah unit produk, dan waktu pemenuhan permintaan produk yang tepat, lalu jumlah komponen penyusun produk, kapasitas produksi, frekuensi pengiriman, proses pengemasan yang dibutuhkan, jumlah yang telah terpenuhi, serta beberapa informasi tambahan lainnya.



Gambar 2.2 Tahap 1 *Big Picture Mapping, Customer Requirement*

2. *Information flow*

Menggambarkan aliran informasi dari *customer* hingga *supplier*. Pada diagram ini ditunjukkan bentuk informasi permintaan dari *customer*, tahap atau departemen yang terlibat dalam pemenuhan permintaan, waktu pemrosesan informasi yang dibutuhkan di setiap departemen, bentuk informasi yang disampaikan kepada *supplier*, disertai keterangan jumlah dan periode atas permintaan dari *customer* dan pesanan kepada *supplier*.



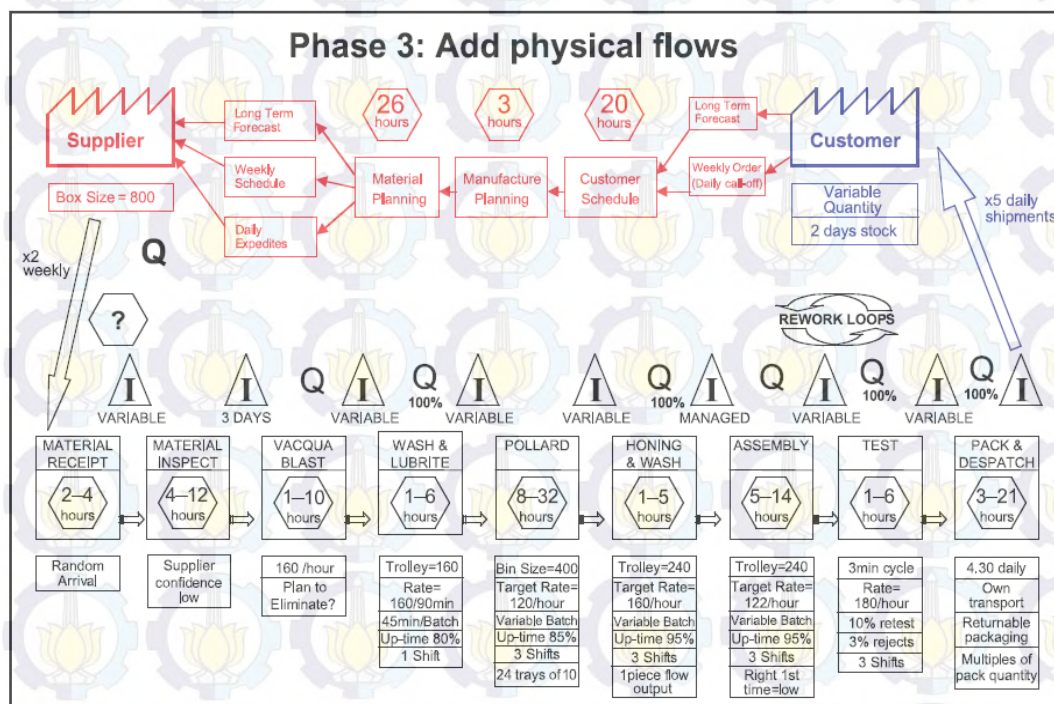
Gambar 2.3 Tahap 2 *Big Picture Mapping, Information Flow*

3. Physical flow

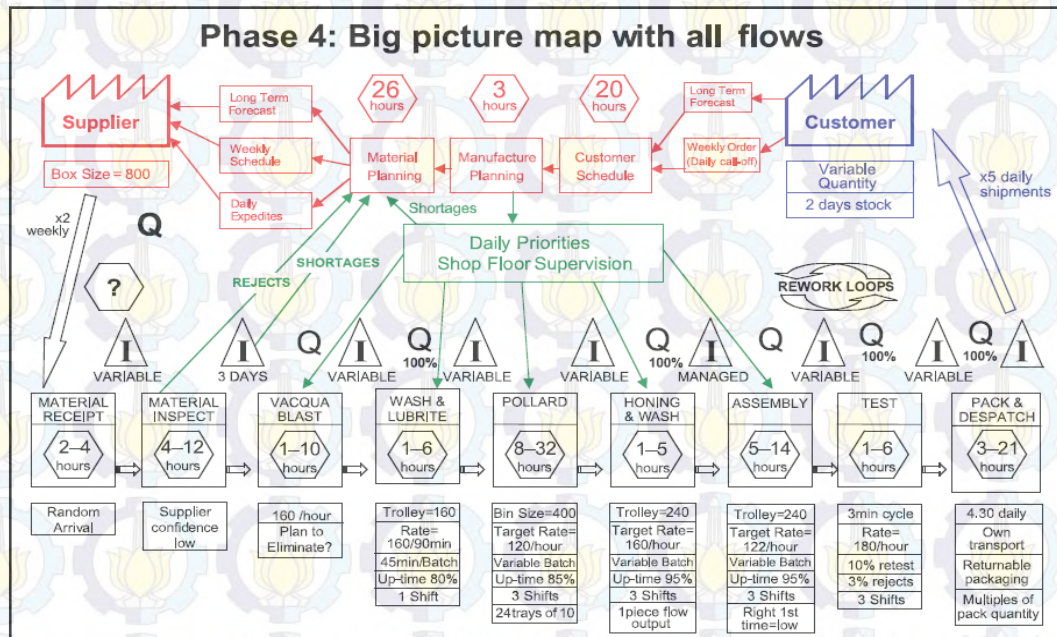
Menggambarkan aliran fisik dari berupa material hingga produk jadi yang melalui beberapa tahap pemrosesan dalam perusahaan, dengan keterangan waktu pemrosesan, proses penyimpanan dan inspeksi beserta waktu yang dibutuhkan, dan prosentase unit yang diinspeksi. Pada setiap pemrosesan material dilengkapi dengan keterangan mesin dan alat yang digunakan beserta jumlah yang dioperasikan, target jumlah *output*, prosentase *up-time*, jumlah operator, prosentase *reject* dan *rework*, dan lainnya.

4. Linking physical and information flow

Menghubungkan aliran informasi dan aliran fisik yang berisi keterangan pemberian instruksi antara departemen dalam aliran informasi dengan stasiun kerja pada aliran fisik, permasalahan yang mungkin muncul dalam aliran fisik, departemen yang berwenang dalam menangani permasalahan tersebut, atau departemen yang berada diantara keduanya yang berfungsi sebagai penghubung antara departemen dan stasiun kerja jika ada.



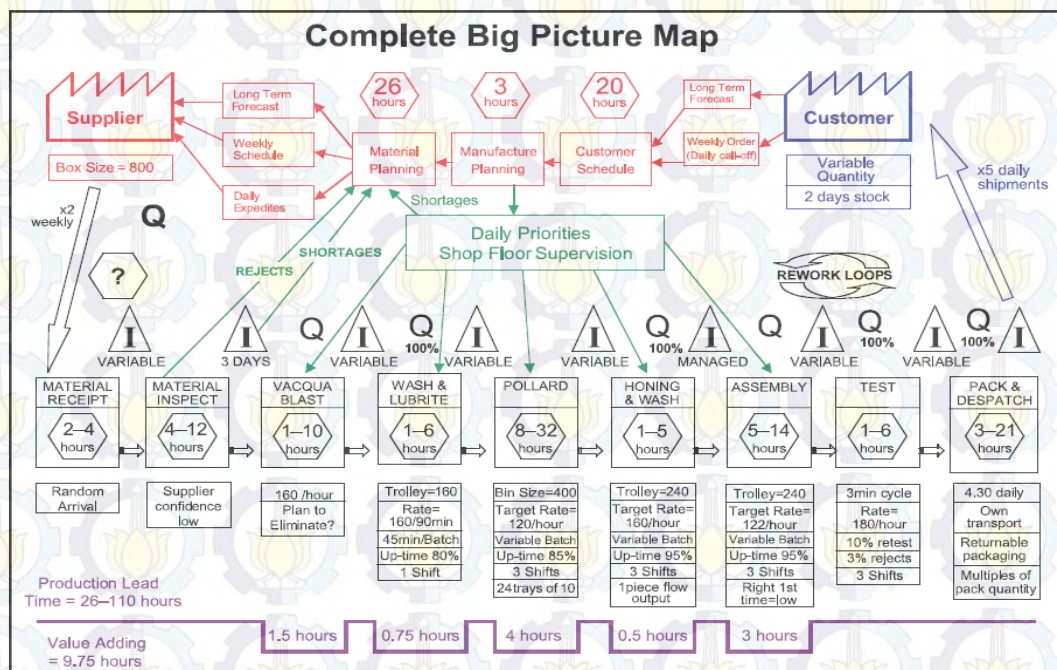
Gambar 2.4 Tahap 3 Big Picture Mapping, Physical Flow



Gambar 2.5 Tahap 4 Big Picture Mapping, Linking Information & Physical Flow

5. Complete map

Melengkapi diagram aliran dengan menambahkan garis keterangan *lead time* dan *value adding time* yang disesuaikan dengan tiap tahap pemrosesan pada bagian bawah gambar.



Gambar 2.6 Tahap 5, Complete Big Picture Mapping

2.5 Root – Cause Analysis

Root-Cause Analysis (RCA) adalah proses identifikasi akar penyebab dari suatu permasalahan. Pada RCA merupakan metode penggambaran penyebab potensial dari suatu efek yang terjadi dalam diagram kerangka yang berbentuk seperti kepala dan tulang ikan. Metode ini pertama kali digunakan oleh Ishikawa, karena itu penggambaran semacam ini juga disebut sebagai Diagram Ishikawa. Tujuan dari penggunaan diagram ini adalah untuk membantu proses *brainstorming* untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah, dan menggambarannya dalam diagram untuk identifikasi yang lebih detail (Basu, 2009).

Metode ini relatif sering digunakan dalam upaya peningkatan kualitas, dengan pendekatan *Six Sigma*, TQM, atau *continuous improvement*, diterapkan pada tahap pengukuran (measurement) atau tahap analisa (*analyze*), digunakan sebagai bagian dari *brainstorming* untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah dan menentukan solusi dengan fokus pada penyebab masalah dibanding gejala yang muncul (Basu, 2009).

Dalam analisa dengan RCA dapat digunakan pendekatan *5 why*. *5 why* adalah teknik yang telah banyak digunakan untuk menganalisa permasalahan baik pada operasional manufaktur maupun jasa. Teknik ini merupakan variasi dari 5W1H, yaitu *why*, *what*, *where*, *when*, *who*, dan *how*. Tujuannya adalah untuk menyelidiki penyebab masalah, dan diharapkan dapat mencapai faktor atau akar masalah secara mendalam. Metode *5 why* dilakukan dengan pengajuan lima pertanyaan berkaitan secara berturut-turut (Gygi, dkk., 2005). Langkah penerapan teknik *5 why* adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi masalah yang akan dianalisa.
2. Mengajukan pertanyaan yang saling berdekatan satu sama lain secara berurutan, dimulai dengan menanyakan alasan permasalahan terjadi.
3. Menghindari jawaban yang cenderung membenarkan atau membuat permasalahan yang terjadi terkesan wajar, atau menyalahkan orang lain.
4. Menentukan akar penyebab dari permasalahan.

2.6 FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*)

Product failure dapat menimbulkan banyak hal, mulai dari kekecewaan *customer*, hasil produk yang tidak sesuai spesifikasi, berkurangnya profit, hingga sesuatu yang bersifat membahayakan dalam sistem produksi. FMEA adalah metode untuk mereduksi atau mengeliminasi resiko kegagalan (Gygi, dkk., 2005).

Metode FMEA menyediakan pendekatan secara terstruktur untuk mengidentifikasi potensi kegagalan proses atau produk, mempermudah upaya deteksi kegagalan dan dampak yang ditimbulkan, sehingga resiko kegagalan dapat dikurangi baik dari segi intensitas terjadinya kegagalan, dampaknya, atau keduanya. Hasil dari FMEA selanjutnya dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk memprioritaskan tindakan yang akan diambil untuk mengurangi resiko kegagalan, untuk mengevaluasi rancangan perbaikan, dan melakukan kontrol penerapan usulan perbaikan agar ketahanan terhadap terjadinya kegagalan tetap terjaga (Gygi, dkk., 2005).

Penerapan FMEA relatif banyak bermanfaat pada proses yang dipengaruhi faktor keamanan dan keselamatan, juga berlaku pada proses dimana kegagalan yang terjadi berdampak terhadap kepuasan *customer* atau keberhasilan bisnis. FMEA adalah teknik sederhana yang terstruktur dalam melakukan simulasi resiko kegagalan. Penggunaan metode ini membantu perusahaan menemukan dan memfokuskan upaya yang dilakukan pada hal yang berkontribusi secara signifikan terhadap keberhasilan atau kegagalan perusahaan (Gygi, dkk., 2005).

Yang menjadi indikator utama dalam analisa dengan FMEA adalah *Risk Priority Number* (RPN), yang merupakan hasil kali dari tiga elemen yaitu *severity*, *occurence*, dan *detection*.

$$RPN = \text{severity rating} \times \text{probability rating} \times \text{detection rating} \quad (2.1)$$

- *Severity* : tingkat seberapa parah atau seberapa serius dampak yang ditimbulkan dari kegagalan yang mungkin terjadi, baik dampak terhadap *customer* atau dampak terhadap proses-proses berikutnya.

- *Occurence* : nilai intensitas terjadinya kegagalan, ditentukan dengan mengevaluasi frekuensi atau probabilitas kegagalan yang pernah terjadi.
- *Detection* : nilai kemampuan dari alat atau proses pengendalian dalam mendeteksi faktor gejala yang menimbulkan terjadinya kegagalan.

Nilai ketiga elemen di atas ditentukan dengan skor antara 1 sampai 10. Semakin serius dampak yang ditimbulkan, semakin sering frekuensi terjadinya kegagalan, dan semakin sulit kegagalan tersebut terdeteksi, maka skor yang diberikan semakin besar.

2.7 Value Analysis

Value Analysis mulai dikembangkan oleh General Electric (GE) pada tahun 1940-an. *Value Analysis* adalah suatu proses analisa secara sistematis terhadap proses atau produk eksisting, agar upaya pemenuhan keinginan *customer* dapat dilaksanakan dengan biaya terendah yang konsisten pada tingkat performansi dan keandalan tertentu (Rich & Holweg, 2000). Yang dimaksud *value* adalah hubungan antara performansi dan biaya yang dikeluarkan, dengan persamaan sebagai berikut :

$$Value = \frac{Performance (P)}{Cost (C)} \quad (2.2)$$

Proses *Value Analysis* dapat dilakukan dengan bantuan *Value Matrix*, yaitu tabel data *cost* dan *performance*, untuk membandingkan *value* antara alternatif yang diusulkan dengan proses atau produk eksisting. Beberapa alasan penggunaan metode ini antara lain (Rich & Holweg, 2000) :

- Tingginya biaya yang dibutuhkan untuk melakukan perubahan proses atau rancangan produk demi perbaikan dan peningkatan *value*.
- Durasi waktu yang terbatas untuk mendiskusikan beberapa solusi alternatif dan kemungkinan pengembangan atau perbaikan proses.

- Pada metode ini diidentifikasi dan dibandingkan secara bersamaan beberapa solusi alternatif yang mungkin diterapkan.
- Selain itu dilakukan identifikasi dan pengembangan strategi yang dipertimbangkan untuk mereduksi atau menghindari resiko yang mungkin terjadi terkait dengan penggunaan sumber daya yang dimiliki.
- Untuk melakukan validasi rancangan usulan perbaikan. Terdapat beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan, seperti penyesuaian antara sumber daya yang dibutuhkan dengan tingkat pencapaian target.

2.8 House of Quality

Salah satu matriks perencanaan dan pengembangan pada QFD adalah *House of Quality*. *House of Quality*, terdiri dari tujuh bagian utama yaitu *customer need*, *technical requirement*, *co-relationship*, *relationship*, *customer competitive evaluation*, *competitive technical assesment*, dan target (Karuniawati, 2009).

Dari beberapa pernyataan mengenai QFD, oleh Cohen (1995) disimpulkan bahwa tujuan penggunaan QFD adalah untuk mengidentifikasi permintaan pelanggan dan menerjemahkannya menjadi karakteristik produk. *House of Quality* (HoQ), yang merupakan inti dari QFD, digunakan untuk menerjemahkan permintaan pelanggan menjadi karakteristik desain produk tersebut (Susandari, 2011). Pada HoQ, *voice of customer* atau keinginan pelanggan dikombinasikan dengan karakteristik teknis yang dibuat oleh tim perancangan dan pengembangan produk untuk memenuhi kebutuhan pelanggan.

Pada penelitian ini HoQ yang digunakan hanya pada bagian matriks kebutuhan pelanggan, karakteristik teknis, dan matriks hubungan. Berikut adalah penjelasan lebih detail mengenai matriks bagian dari HoQ (Karuniawati, 2009) yang digunakan dalam penelitian ini.

- A.) Matriks kebutuhan pelanggan (*customer needs and benefits*), berisi daftar kebutuhan atau keinginan pelanggan secara terstruktur yang diterjemahkan dari *voice of customer* (VoC).
- C.) Matriks karakteristik teknis (*substitute quality characteristics*), berisi karakteristik teknis yang merupakan metode tertentu yang dipertimbangkan

perusahaan untuk direalisasikan demi memenuhi keinginan pelanggan. Pada matriks ini diberi keterangan pengaruh karakteristik teknis terhadap VoC mulai dari tidak ada hubungan hingga sangat berhubungan.

D.) Matriks hubungan (*relationship*), pada bagian ini ditentukan bagaimana kekuatan hubungan (*impact*) VoC atau atribut dengan karakteristik teknis menggunakan penilaian.



Gambar 2.7 Matriks *House of Quality* (Budiasih, 2013).

Pada penelitian ini HoQ digunakan untuk menganalisa hubungan antara *root cause* dan alternatif perbaikan proses produksi yang diusulkan kepada perusahaan pada matriks D, dimana *root cause* yang dicari solusinya diterjemahkan sebagai *voice of customer* pada matriks A dan alternatif perbaikannya diterjemahkan sebagai karakteristik teknis pada matriks C. Karena itu matriks yang digunakan dalam penelitian ini terbatas hanya matriks kebutuhan pelanggan, matriks karakteristik teknis, dan matriks hubungan.

2.9 Penelitian Terdahulu

Terdapat beberapa penelitian sebelumnya terkait dengan pendekatan *Lean* untuk perbaikan proses produksi pada perusahaan manufaktur. Cournoyer, dkk., pada 2010 mempublikasikan penelitiannya tentang penggunaan *Lean Six Sigma tools* untuk reduksi ketidakefisienan dan meningkatkan efektivitas biaya pada pemrosesan *glovebox*. Pada tahun yang sama Bagus melakukan penelitian yang juga mengenai *Lean Six Sigma* dengan metode yang hampir sama, namun metode untuk pertimbangan biaya produksi menggunakan *Value Analysis*. Berbeda dengan kedua penelitian tersebut, Florensius (2012) tidak melibatkan faktor biaya, tetapi mempertimbangkan penentuan *waste* kritis dan penentuan bobot kriteria performansi proses menggunakan metode pembobotan yaitu AHP.

Seperti ketiga penelitian tersebut, pada penelitian ini juga dibahas mengenai penerapan *Lean* untuk reduksi *waste* dalam perbaikan proses produksi, melalui penggambaran sistem produksi (*Big Picture Mapping*), serta analisa *root cause* menggunakan RCA dan FMEA, namun tanpa melibatkan pengukuran kapabilitas proses dengan *Six Sigma*. Penelitian ini mengkombinasikan pendekatan *Lean* dengan perhitungan pemanfaatan biaya dengan *Value Analysis* seperti pada penelitian Bagus (2010) serta pembobotan *waste* kritis dan performansi proses seperti pada Florensius (2012).

Metode dan *tool* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Big Picture Mapping* untuk penggambaran sistem produksi, metode pembobotan *rank sum* untuk penentuan *waste* kritis dan penentuan bobot kriteria performansi, RCA pada proses analisa akar penyebab *waste*, FMEA untuk menentukan akar penyebab hasil RCA yang perlu diprioritaskan menjadi pertimbangan perbaikan proses, serta *Value Analysis* untuk pemilihan usulan terbaik. Selain itu juga digunakan konsep HoQ dalam pendekatan QFD, yang dalam penelitian ini digunakan untuk memetakan hubungan antara akar penyebab dari *waste* kritis dan alternatif perbaikan yang diusulkan.

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu

Penulis	Tahun	Judul	Obyek	Fokus Penelitian	Metode dan Tools
Courmoyer, dkk.	2010	<i>Lean Six Sigma Tools for A Glovebox Glove Integrity Program</i>	<i>Glovebox</i> , Los Alamos National Laboratory	Meningkatkan efektivitas, reduksi inefisiensi dan <i>waste</i> pada <i>glovebox</i> sehingga meningkatkan efisiensi, efektivitas biaya, dan penggunaan <i>glovebox</i> .	<i>Lean Six Sigma</i> , Diagram Pareto, FMEA, <i>Cause and Effect Diagram</i> , SIPOC
Bagus, A.	2010	Pengurangan <i>Waste</i> dan Penghematan Biaya Produksi Tabung LPG 3 Kg dengan Pendekatan <i>Lean Six Sigma</i>	Tabung LPG 3 Kg, PT Dahlia Cahaya	Menurunkan tingkat <i>waste</i> dan memperbaiki kualitas produksi dari hasil proses perakitan tabung atas dan tabung bawah LPG 3 Kg.	<i>Lean Six Sigma</i> , Diagram Pareto, RCA, FMEA, <i>Value Analysis</i>
Florensius	2012	Penerapan <i>Lean</i> dan Metodologi <i>Six Sigma</i> Pada <i>Duplex Carton Box</i> di PT Mitra Citra Mandiri <i>Offset</i> untuk Meningkatkan Ketepatan Pengiriman Pesanan	Pabrik Kemasan Karton	Mengurangi <i>waste</i> yang paling berpengaruh terhadap keterlambatan pengiriman pada proses produksi dan memberikan rekomendasi perbaikan.	<i>Lean Six Sigma</i> , <i>Big Picture Mapping</i> , AHP, RCA, FMEA
Sari, H. M.	2014	Implementasi Pendekatan <i>Lean</i> untuk Perbaikan Proses Produksi Biji Plastik Berwarna Pada PT. X	Proses Produksi Biji Plastik Berwarna PT. X.	Perbaikan proses produksi melalui reduksi <i>waste</i> , reduksi <i>non value adding activities</i> , penilaian performansi dan perhitungan biaya penerapan.	<i>Lean</i> , <i>Big Picture Mapping</i> , <i>Rank Sum</i> , RCA, FMEA, HoQ, <i>Value Analysis</i> .

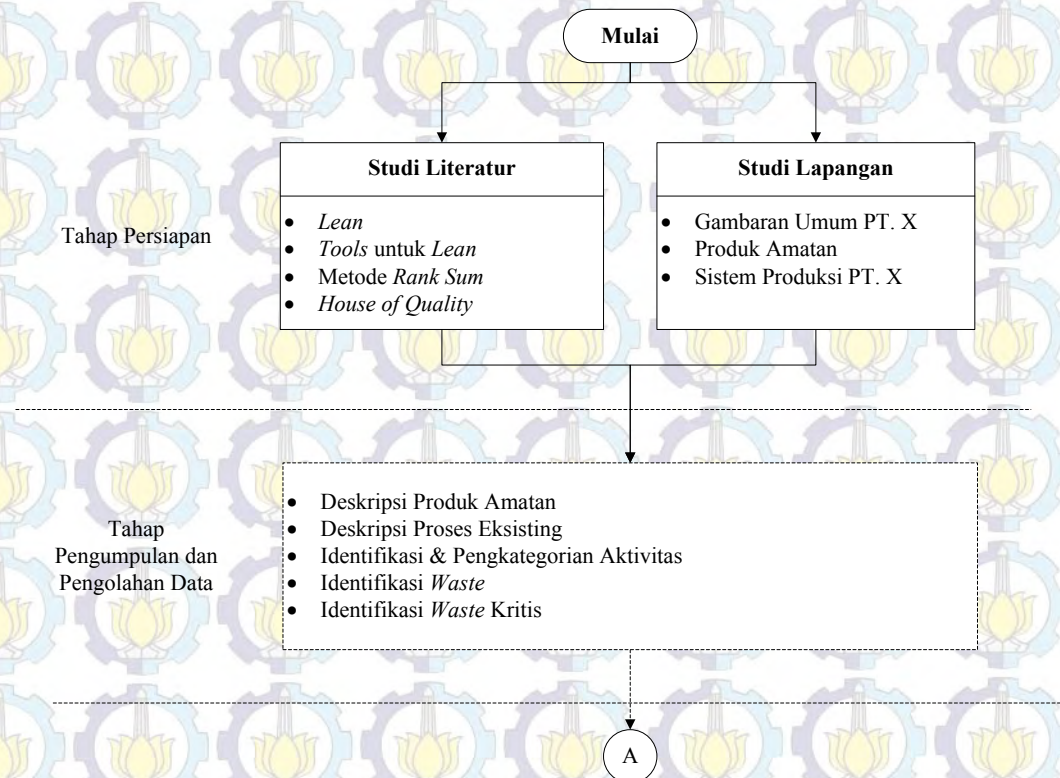
BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

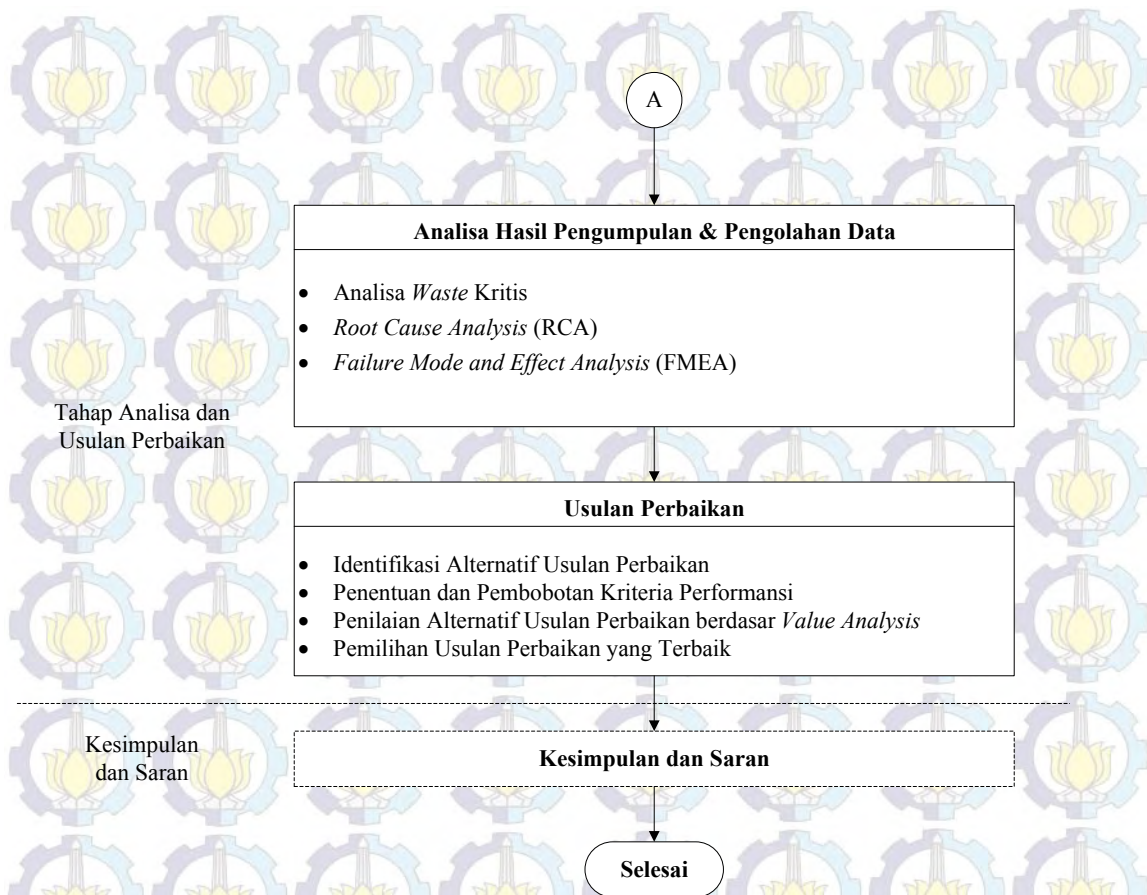
Pada Bab 3 Metodologi terdiri atas *flowchart* metodologi yang disertai penjelasannya. *Flowchart* metodologi merupakan acuan alur pengerjaan penelitian sehingga proses dalam penelitian dapat dilaksanakan secara sistematis.

3.1 *Flowchart* Metodologi

Berikut ini adalah gambar *flowchart* metodologi pada penelitian ini.



Gambar 3.1 *Flowchart* Metodologi Penelitian



Gambar 3.1 *Flowchart* Metodologi Penelitian (*lanjutan*)

3.2 Penjelasan *Flowchart* Metodologi

Proses pengerjaan pada penelitian Tugas Akhir ini dilakukan melalui empat tahap. Dimulai dari tahap persiapan, dengan melakukan dari studi literatur dan studi lapangan, kemudian tahap pengumpulan dan pengolahan data, tahap analisa dan usulan perbaikan, hingga tahap kesimpulan dan saran. Berikut ini penjabaran lebih lengkap dari keempat tahap tersebut.

3.2.1 Tahap Persiapan

Tahap persiapan dilakukan dengan studi literatur mengenai *Lean* dan *tools*-nya, juga metode *Value Analysis*. Studi literatur terkait *Lean* meliputi metodologi penerapan, tipe aktivitas berdasarkan pengaruhnya terhadap penambahan nilai terhadap produk yaitu kategori *value adding* (VA), *necessary non-value adding* (NNVA), dan *non-value adding activities* (NVA), jenis-jenis *waste* yang perlu diidentifikasi untuk selanjutnya dieliminasi, *tools* yang dapat

digunakan antara lain *Big Picture Mapping*, *Root-Cause Analysis*, FMEA, dan dimensi atau satuan yang dijadikan acuan dalam pengukuran performansi proses produksi. Selain itu, dilakukan studi literatur mengenai metode pembobotan *Rank Sum* yang dalam penelitian ini digunakan sebagai metode pembobotan *waste* untuk menentukan *waste* kritis pada tahap pengolahan data, dan matriks HoQ digunakan untuk memetakan hubungan antara *root cause* kritis dan usulan alternatif perbaikan proses produksi pada tahap usulan perbaikan.

Di samping studi literatur, juga dilakukan studi lapangan untuk mengetahui gambaran umum dari perusahaan yang menjadi obyek penelitian, produk amatan, dan sistem produksinya. Dilakukan studi lapangan mengenai gambaran umum perusahaan untuk mengetahui rencana perusahaan beberapa jangka waktu kedepan, sistem organisasi perusahaan dalam memutuskan suatu kebijakan, siapa saja pihak yang terkait dalam pengambilan keputusan terhadap proses produksi, dan kemampuan perusahaan secara aktual, sehingga dapat dirancang perbaikan atau pengembangan proses produksi untuk mencapai target kemampuan produksi di masa mendatang.

Studi mengenai produk amatan, meliputi fungsi produk, jumlah pesanan produk, variasi jenis produk, macam *customer* yang dipasok produk tersebut, dan lainnya. Sistem produksi pada PT. X merupakan hal utama yang menjadi kajian dalam penelitian ini. Pada tahap persiapan, dilakukan studi sistem produksi antara lain tahapan dalam pemrosesan material, *input* dan *output* proses produksi seperti bahan baku yang digunakan dan hasil pemrosesan di tiap tahap, kebutuhan dan pemborosan pemrosesan pada masing-masing tahap produksi. Pengumpulan informasi dan data pada studi lapangan dilakukan melalui wawancara dan diskusi, pengisian kuisisioner, dan observasi lantai produksi. Pihak dari PT. X yang memberikan informasi terkait penelitian ini adalah direktur perusahaan, *plant manager*, dan kepala bagian produksi sebagai pihak yang bertanggung jawab dalam pengambilan keputusan atau kebijakan dan yang memahami proses produksi di PT. X dengan baik.

3.2.2 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data dan informasi yang dibutuhkan untuk pengolahan dan analisa data, meliputi deskripsi produk amatan, deskripsi proses produksi eksisting, identifikasi aktivitas sepanjang *value stream* dan identifikasi *waste*. Proses produksi dideskripsikan dalam bentuk informasi tahapan pemrosesan material, mesin yang digunakan dan jumlah operator yang dipekerjakan, aliran informasi, dan aliran material. Aliran informasi dan material selanjutnya disajikan dalam diagram VSM agar lebih mudah dalam memahami urutan proses yang disertai informasi waktu pengerjaan. Berdasarkan aliran informasi dan material dilakukan *breakdown* aktivitas yang terlibat sepanjang *value stream*. Aktivitas tersebut dikategorikan dalam tiga jenis aktivitas berdasarkan pengaruhnya dalam pertambahan nilai terhadap produk yaitu aktivitas yang *value adding*, *non value adding* dan *necessary but non value adding*. Aktivitas yang termasuk dalam kategori *non value adding* merupakan *waste* yang perlu dieliminasi. Tidak hanya dari aktivitas pada proses produksi, juga diidentifikasi hal lain yang termasuk delapan jenis *waste* seperti dari segi *inventory*, kuantitas produksi, perpindahan material dan pekerja, pemanfaatan sumber daya, dan lainnya. Pengumpulan dan pengolahan informasi tersebut dilakukan berdasarkan diskusi dan dengan persetujuan direktur perusahaan sebagai pihak yang memahami sistem dan kondisi proses produksi dengan baik.

Untuk mengidentifikasi *waste* kritis, diperlukan penilaian tingkat pengaruh setiap kategori *waste* dari sudut pandang pihak perusahaan. Data penilaian kategori *waste* tersebut selanjutnya diolah dengan metode pembobotan *Rank Sum*.

Metode *Rank Sum* merupakan metode pembobotan melalui penentuan peringkat tiap kriteria atau atribut, dalam hal ini adalah *waste*, dengan peringkat 1 sebagai peringkat tertinggi. Jika jumlah atribut yang ditentukan bobotnya sebanyak n maka nilai atribut dengan peringkat 1 adalah $(n-1)$, nilai atribut pada peringkat 2 adalah $(n-2)$, dan seterusnya. Selanjutnya pada tiap jenis *waste* dihitung jumlah nilainya sesuai peringkat yang diberikan tiap responden. Bobot merupakan nilai normalisasi jumlah nilai dari peringkat yang diberikan. Semakin

tinggi jumlah nilai yang dimiliki suatu jenis *waste* maka semakin tinggi bobotnya dibanding jenis *waste* lainnya, juga sebaliknya.

Pengisian kuisisioner pembobotan *waste* dilakukan oleh beberapa responden sebagai pihak yang bertanggung jawab sekaligus memahami proses produksi pada PT.X dengan baik, yaitu :

1. Responden 1 : Direktur PT.X
2. Responden 2 : *Plant Manager*
3. Responden 3 : Kepala Bagian *Production*

Tabel 3.1 Kuisisioner Pembobotan Kategori *Waste*

Kategori <i>Waste</i>		Penilaian Peringkat		
		Responden 1	Responden 2	Responden 3
W1	<i>Overproduction</i>	7	7	6
W2	<i>Defects</i>			
W3	<i>Unnecessary Inventory</i>			
W4	<i>Inappropriate Processing</i>			
W5	<i>Excessive Transportation</i>			
W6	<i>Delay & Waiting</i>			
W7	<i>Unnecessary Motion</i>			

Tabel 3.2 Perhitungan Bobot Kategori *Waste*

Kategori <i>Waste</i>		Peringkat								Jumlah Nilai	Bobot (%)
		1	2	3	4	5	6	7	8		
W1	<i>Overproduction</i>	0	0	0	0	0	1	2	0	4	
W2	<i>Defects</i>										
W3	<i>Unnecessary Inventory</i>										
W4	<i>Inappropriate Processing</i>										
W5	<i>Excessive Transportation</i>										
W6	<i>Delay & Waiting</i>										
W7	<i>Unnecessary Motion</i>										
Nilai :		7	6	5	4	3	2	1	0	Total :	

Jumlah nilai pada tabel 3.2 diperoleh dari jumlah nilai dari peringkat yang diberikan oleh pihak perusahaan pada tabel 3.1. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, peringkat 1 bernilai 7, peringkat 2 bernilai 6, dan seterusnya hingga peringkat 7 bernilai 0. Pada tabel 3.2 angka 0, 1, dan 2 pada kolom peringkat

adalah jumlah responden yang memberikan peringkat tersebut pada masing-masing kategori *waste*. Untuk lebih jelasnya, berikut adalah contoh perhitungan jumlah nilai kategori *waste*.

Jumlah Nilai W1 :

$$\begin{aligned} &= (1 \text{ responden} \times \text{nilai peringkat } 6) + (2 \text{ responden} \times \text{nilai peringkat } 7) \\ &= (1 \times 2) + (2 \times 1) = 4 \end{aligned}$$

Lalu bobot kategori *waste* merupakan konversi dari kolom jumlah nilai ke dalam bentuk prosentase. *Waste* dengan bobot tertinggi merupakan *waste* yang perlu dianalisa lebih lanjut untuk mengetahui faktor penyebab pemborossannya.

3.2.3 Tahap Analisa dan Usulan Perbaikan

Pada tahap ini, dilakukan analisa *waste* kritis yang telah dirinci jenis pemborossannya, kemudian digunakan metode RCA dan FMEA.

Waste kritis dianalisis untuk mengidentifikasi faktor yang mungkin menyebabkan *waste* tersebut terjadi dalam proses produksi. Agar *waste* yang timbul dalam proses produksi dapat direduksi, perlu diketahui faktor yang menyebabkan *waste* tersebut muncul. Pada penelitian ini digunakan RCA sebagai alat bantu untuk mengetahui faktor penyebab dari *waste*. Identifikasi faktor penyebab *waste* dilakukan melalui diskusi dengan ketiga responden seperti pada tahap sebelumnya. Identifikasi faktor *waste* ini dirinci dengan mempertimbangkan baik dari segi teknis mesin, bahan yang digunakan, maupun operator yang menjalankan tugas. Setiap faktor diidentifikasi hingga ke akar permasalahannya. Karena itu untuk membantu proses identifikasi ini digunakan pendekatan 5 *Why* agar diperoleh analisa yang mendalam. Jawaban dari *Why* yang paling akhir merupakan akar permasalahan yang perlu diperbaiki.

Setelah akar permasalahan atau *root cause* dari pemborosan tersebut dirinci, ditentukan *root cause* mana yang paling kritis, mengingat masing-masing *root cause* dapat memiliki tingkat pengaruh yang berbeda terhadap pemborosan

yang terjadi. *Root cause* kritis perlu ditentukan agar perbaikan yang dilakukan dapat dengan efektif mereduksi *waste*.

FMEA merupakan salah satu *tool* dari *Lean* yang digunakan untuk menentukan kegagalan, atau dalam penelitian ini adalah *waste*, yang dinilai penting dan perlu diantisipasi oleh perusahaan. Penentuan *waste* tersebut dipertimbangkan berdasarkan penilaian terhadap tiga indikator dari *waste* yang selanjutnya digunakan dalam perhitungan RPN.

Setelah *Root-Cause Analysis* dilakukan, akan dapat diperkirakan bagaimana tingkat probabilitas *root cause* yang terjadi pada proses produksi (*occurrence*), bagaimana tingkat kemungkinan *root cause* dapat terdeteksi sebelum *waste* atau kegagalan terjadi (*detection*), dan seberapa serius dampak yang ditimbulkan dari *root cause* (*severity*). Responden dari PT. X diminta untuk memberikan penilaian terhadap ketiga indikator *waste* tersebut (*severity*, *occurrence*, dan *detection*) untuk setiap *root cause* yang telah dirinci. Penilaian tersebut ditentukan melalui diskusi dalam manajemen PT. X, sehingga data yang diperoleh bukan penilaian dari masing-masing responden tetapi berupa satu nilai berdasarkan kesepakatan dalam diskusi. Berdasarkan penilaian tersebut dihitung nilai *Risk Priority Number* (RPN) yang diperoleh dari hasil perkalian ketiganya. Semakin besar nilai RPN yang dimiliki suatu *waste* menunjukkan bahwa *waste* tersebut semestinya lebih diprioritaskan dari *waste* lain untuk segera diperbaiki.

Tahap Usulan Perbaikan terdiri dari proses identifikasi alternatif usulan perbaikan, penentuan dan pembobotan kriteria performansi, penilaian alternatif usulan perbaikan, dan pemilihan usulan perbaikan yang diajukan. Penentuan kriteria performansi dapat dipertimbangkan dengan berdasar pada *root cause* yang telah ditemukan. Yang dimaksud kriteria performansi tersebut adalah kriteria atau faktor apa yang dapat dijadikan sebagai satuan ukur peningkatan performansi proses produksi. Dengan membandingkan performansi proses produksi eksisting dan perbaikan berdasarkan kriteria performansi tersebut, dapat diketahui seberapa efektif upaya perbaikan yang diterapkan. Kriteria performansi tersebut juga ditentukan bobotnya. Kriteria performansi yang dianggap lebih penting diberi

bobot yang lebih besar dibanding yang lain, agar kriteria tersebut dapat memberikan pengaruh lebih besar pada tahap pemilihan alternatif.

Kemudian dari hasil FMEA, *root cause* dari *waste* dengan nilai RPN tertinggi menjadi dasar pertimbangan dalam mengembangkan alternatif perbaikan yang mungkin diajukan. Dari *root cause* kritis dapat diidentifikasi upaya perbaikan atau hal-hal yang dapat dilakukan untuk mereduksi *waste*, sesuai hasil diskusi dengan manajemen PT. X, misalnya dengan mengadakan pelatihan, merubah prosedur operasional, pengecekan secara berkala, atau lainnya. Alternatif perbaikan terdiri upaya-upaya tersebut dari tiap *waste* yang menjadi fokus perbaikan, juga kombinasi atau gabungan dari beberapa alternatif tersebut.

Selanjutnya alternatif perbaikan yang diusulkan tersebut dinilai menggunakan *Value Analysis*, yang hasilnya digunakan sebagai pertimbangan dalam memilih alternatif perbaikan yang diajukan untuk diterapkan pada perusahaan. *Value Analysis* merupakan teknik yang digunakan untuk mengevaluasi performansi suatu proyek, atau dalam hal ini alternatif perbaikan, dalam upaya meningkatkan *value* dalam suatu sistem. Alternatif usulan perbaikan dinilai berdasarkan kriteria performansi yang telah ditentukan sebelumnya dan biaya yang dikeliarkan untuk penerapan. Alternatif perbaikan yang memiliki nilai terbaik dipilih sebagai alternatif yang diajukan kepada perusahaan untuk diterapkan.

3.2.4 Tahap Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini diambil suatu kesimpulan dari tahap analisa. Kesimpulan yang dimaksud meliputi *waste* kritis beserta faktor penyebabnya yang perlu direduksi, dan hasil akhir penelitian ini yaitu usulan perbaikan proses produksi biji plastik berwarna yang dapat mereduksi *waste* dan meningkatkan performansi proses produksi pada PT. X.

Penulis juga akan menyertakan saran bagi perusahaan yang menjadi obyek amatan terkait pelaksanaan dan hasil amatan selama penelitian dan saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

BAB 4

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini dijelaskan mengenai gambaran umum perusahaan, deskripsi produk amatan, deskripsi proses eksisting, identifikasi dan klasifikasi aktivitas dalam proses produksi, serta identifikasi *waste* dan *waste* kritis.

4.1 Gambaran Umum Perusahaan

Perusahaan yang menjadi obyek amatan pada penelitian ini adalah PT. X yang bergerak pada bidang manufaktur, yang memproduksi beberapa jenis barang keperluan rumah tangga dengan bahan baku utama plastik. Selain produk jadi PT. X juga memasok barang setengah jadi, yaitu biji plastik berwarna ke beberapa perusahaan produsen barang plastik lain.

PT. X berdiri tahun 2011, dengan pabrik produksi dan gudang yang berlokasi di daerah Gresik. *Customer* PT. X dalam negeri adalah perusahaan swasta, *reseller* grosir, dan beberapa *modern market* di kota besar. PT. X juga mengekspor produknya ke konsumen luar negeri seperti Singapura dan Malaysia.

Berikut adalah visi dan misi PT.X :

Visi : *Create the best and reliable product in order to give full satisfaction.*

(Menghasilkan produk terbaik dan handal demi memberikan kepuasan penuh.)

Misi : 1. *Best Product : Catchy design, unique shape and compatible price*

(Produk Terbaik : Desain yang menarik, bentuk yang unik, dan harga yang sesuai)

2. *Reliable Product : Good quality*

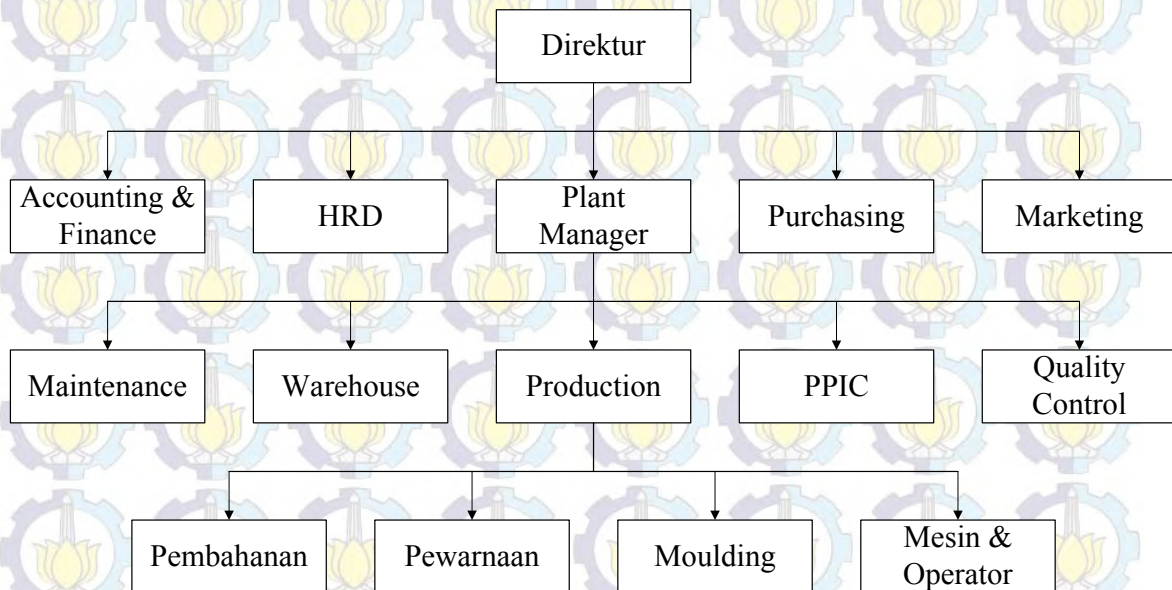
(Produk Handal : Kualitas baik)

3. *Customer Satisfaction : On-time delivery and fine service*

(Kepuasan Pelanggan : Pengiriman yang tepat waktu dan layanan yang baik)

PT. X dipimpin oleh seorang Direktur Perusahaan, yang membawahi bagian *Accounting & Finance*, *Plant Manager* dengan beberapa departemen produksi di bawahnya, bagian *HRD*, *Purchasing*, dan *Marketing*. Kini PT.X memperkerjakan kurang lebih 200 orang pegawai, termasuk karyawan dan operator yang terbagi dalam 3 *shift* kerja per hari. Departemen yang berada di bawah kewenangan *Plant Manager* antara lain bagian *Warehouse*, *Production*, *PPIC*, *QC*, dan *Maintenance*. PT. X memiliki 4 bagian utama dalam proses produksi yaitu bagian pembahanan, pewarnaan (*colouring*), pencetakan (*moulding*), serta bagian mesin dan operator.

Pihak yang memberikan penilaian dan mengambil keputusan terkait informasi yang diperlukan pada penelitian ini adalah Direktur, *Plant Manager*, dan bagian *Production* karena dianggap sebagai pihak yang bertanggung jawab dalam penentuan kebijakan yang diberlakukan juga memahami proses produksi dengan baik. Berikut struktur organisasi perusahaan PT. X.



Gambar 4.1 Struktur Organisasi Perusahaan

Pembagian proses pada rantai produksi PT. X adalah pewarnaan biji plastik dan pencetakan untuk menghasilkan barang jadi. PT. X memiliki mesin pewarnaan biji plastik dengan kapasitas yang lebih besar dibandingkan kapasitas mesin pencetakan. Untuk memanfaatkan kapasitas yang dimiliki mesin pewarnaan, sebagian material setengah jadi yang berupa biji plastik berwarna dijual ke beberapa perusahaan rekanan dalam negeri, juga beberapa perusahaan di luar negeri. Sekitar 80% biji plastik yang telah diberi pewarna dijual ke perusahaan lain dan 20%-nya digunakan untuk memproduksi barang jadi. PT. X menerima pasokan biji plastik dari perusahaan lokal untuk bahan baku *recycle* dan impor untuk bahan baku *original* yang memiliki kualitas tinggi.

4.2 Deskripsi Produk Amatan

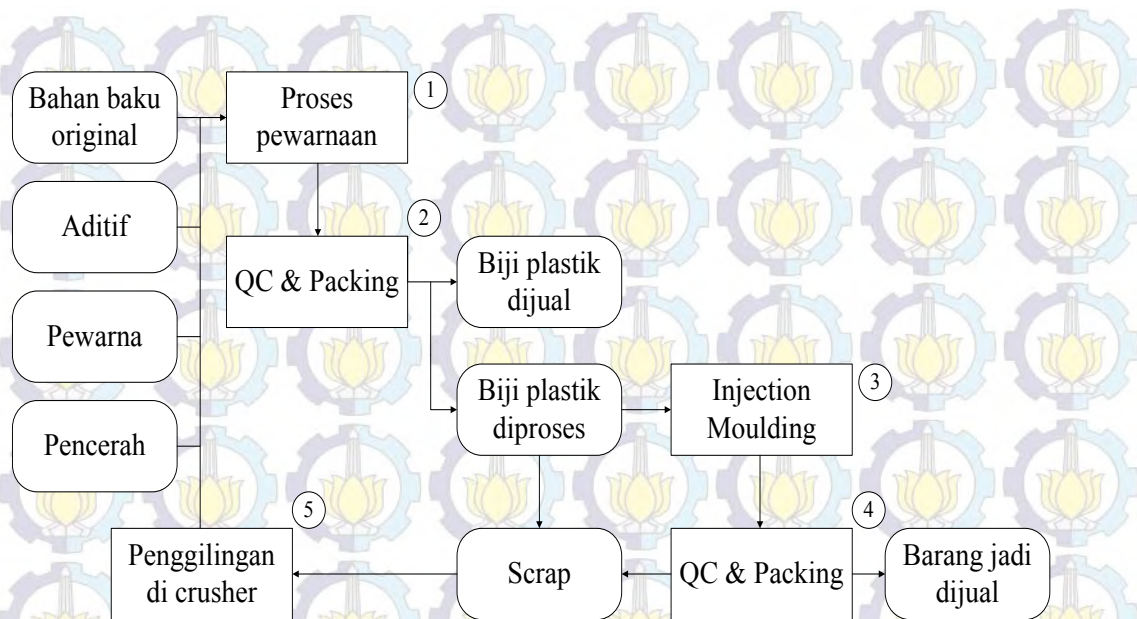
Produk yang dipilih untuk dikaji dalam penelitian ini adalah barang setengah jadi pada PT. X berupa biji plastik berwarna dengan pertimbangan prosentase penjualan yang lebih tinggi dibanding produk jadi.

Biji plastik berwarna diperoleh dari proses pencampuran (*mixing*) dari bahan baku utama yaitu biji plastik, dengan bahan aditif yaitu zat pewarna, pencerah, pelentur, penjernih, atau lainnya. Pada PT. X sekitar 80% biji plastik berwarna digunakan untuk memenuhi pesanan perusahaan lain yang sejenis, sisanya diproses lebih lanjut untuk memproduksi barang jadi.

4.3 Deskripsi Proses Eksisting

Proses produksi pada PT. X dimulai dengan adanya pasokan material dari *supplier*, yaitu biji plastik sebagai bahan baku utama, bahan pewarna, bahan pencerah, dan bahan aditif lainnya yang disimpan di gudang material sementara menunggu diproses lebih lanjut.

Sebagian hasil dari tahap pewarnaan diekspor dan sebagian lain dijual kepada perusahaan lokal yang bekerja sama dengan PT. X. Begitu juga barang jadi hasil dari tahap pencetakan, produk dijual kepada perusahaan di dalam dan luar negeri. Penggambaran proses produksi dan penggunaan hasil produksi lebih jelas ditunjukkan pada Gambar 4.2 berikut.



Gambar 4.2 Proses Produksi PT. X

1. Proses pewarnaan, yaitu pencampuran bahan baku *original* dengan zat pewarna, pencerah, dan zat aditif lainnya sesuai dengan kombinasi yang telah ditentukan.
2. QC dan *packing*, pemeriksaan dan pengemasan biji plastik hasil pewarnaan. Sebagian biji plastik dijual ke perusahaan lain dan sebagian lagi diproses lebih lanjut untuk diolah menjadi *final product*. *Scrap* atau material buangan diolah kembali ke proses awal.
3. Proses *injection moulding*, proses peleburan biji plastik dan dicetak hingga dihasilkan barang jadi sesuai bentuk cetaknya.
4. QC dan *packing*, pengecekan barang jadi dari proses pencetakan (*injection*) kemudian dikemas dan dikirim ke *customer*. *Scrap* dari proses pencetakan digiling kembali dan dapat diproses ulang.
5. Penggilingan dengan mesin *crusher*, pemrosesan *scrap* agar dapat digunakan kembali. Pada sistem produksi ini tidak terdapat banyak limbah material, karena *scrap* dapat digunakan ulang atau dijual ke perusahaan lain.

Proses produksi PT. X berlangsung selama 24 jam per hari, dalam 3 *shift* kerja, setiap hari sepanjang tahun kecuali hari besar tertentu. PT. X memperkerjakan kurang lebih 200 pegawai, dengan 144 orang bekerja pada lantai produksi.

Untuk memperoleh gambaran lebih detail mengenai aktivitas yang memberikan nilai tambah terhadap produk dalam proses produksi, pada penelitian ini digunakan *Value Stream Mapping* (VSM). VSM merupakan salah satu *tools* dalam teori *Lean*, yang digunakan untuk menggambarkan sistem produksi dengan memetakan urutan proses dalam aliran fisik maupun aliran informasi yang terlibat. Pemetaan aktivitas menggunakan VSM dapat mempermudah proses identifikasi aktivitas yang berpotensi menimbulkan *waste*, waktu yang diperlukan tiap proses, serta keterkaitan aliran fisik dan aliran informasi dalam proses produksi.

Berdasarkan hasil pengumpulan data, tahapan yang terkait dengan aliran informasi pada proses produksi eksisting adalah sebagai berikut :

1. *Penerimaan Customer Order*

Perusahaan *customer* mengirimkan informasi produk yang dipesan ke PT. X. Rincian produk yang diminta oleh perusahaan *customer* yang berupa *Pre Order* (PO) diubah menjadi *Delivery Order* (DO), untuk kemudian diserahkan ke gudang dan bagian PPIC. Rincian produk pada PO diubah menjadi rincian kebutuhan bahan dalam DO. Waktu yang dibutuhkan untuk mengubah PO menjadi DO kurang lebih 2 hari.

2. *Pengecekan Bahan Baku & Penjadwalan Produksi*

DO dari bagian penerima pesanan *customer* diberikan ke bagian PPIC dan gudang penyimpanan. Oleh bagian gudang penyimpanan, DO digunakan untuk menyesuaikan kebutuhan produksi dengan penyediaan bahan baku. Di samping itu, PPIC menggunakan DO tersebut untuk merencanakan jadwal produksi.

3. Proses Produksi

Selanjutnya proses produksi dilaksanakan sesuai dengan jadwal produksi yang telah direncanakan. *Plant manager* berkoordinasi dengan bagian PPIC dan gudang bahan baku agar proses produksi dapat berjalan dengan lancar.

Untuk memastikan kualitas produk yang sesuai dengan permintaan *customer*, bagian QC ikut terlibat dalam proses produksi, berkoordinasi dengan *plant manager* dan departemen-departemen dibawahnya.

4. Pengiriman Barang

Hasil produksi yang disimpan di gudang produk jadi dicatat oleh bagian gudang produk jadi. Bagian gudang memeriksa kesesuaian antara permintaan *customer* dengan hasil produksi. Dari pengecekan tersebut dibuat SPPB (Surat Perintah Pengeluaran Barang). Kemudian produk jadi dikirim ke perusahaan *customer* sesuai dengan informasi pada SPPB.

Penjabaran aliran fisik pada proses produksi eksisting adalah sebagai berikut :

1. Penerimaan bahan

Bahan yang telah diterima dari *supplier* dipindahkan ke gudang bahan baku, diperiksa dan dicatat. Bahan baku disimpan dalam gudang dalam sementara waktu untuk menunggu diproses, disesuaikan dengan penjadwalan produksi. Pemeriksaan diperlukan untuk mengetahui apakah barang yang diterima sesuai dengan yang dipesan. Selain itu dilakukan pemeriksaan terhadap biji plastik, apakah dalam keadaan baik. Hal ini dilakukan karena terkadang biji plastik yang diterima dalam kondisi lembap karena pengaruh cuaca selama perjalanan. Jika bahan mengandung kadar air yang relatif tinggi maka perlu dilakukan proses pengeringan terlebih dahulu sebelum proses *mixing*.

2. Pengeringan biji plastik

Terkadang biji plastik atau pelet yang diterima dari *supplier* menjadi lebih lembap karena pengaruh cuaca dan suhu selama perjalanan menuju pabrik PT. X. Bahan baku yang lembap atau mengandung air dapat

mempengaruhi hasil proses pencetakan, dapat menyebabkan warna yang tidak merata, atau adanya gelembung-gelembung kecil pada produk jadi.

Untuk menurunkan kelembapan pada bahan dilakukan proses pengeringan dengan mesin pengering biji plastik. Sistem kerja dari mesin pengering adalah dengan menggunakan udara panas yang dialirkan atau dihembuskan melalui bahan secara kontinyu selama jangka waktu tertentu. Karena itu diperlukan pengaturan suhu dan durasi waktu pengeringan yang disesuaikan dengan jenis bahan dan tingkat kelembapannya.

Bahan yang telah dikeringkan tidak langsung dikeluarkan dari mesin pengering, tetapi didiamkan 10 menit untuk menurunkan suhunya sebelum dikemas dalam sak demi memudahkan proses pemindahan bahan ke stasiun berikutnya. Sementara bahan didinginkan, pekerja mencatat proses pengeringan berdasarkan jenis bahan, suhu pemanasan, dan durasi pengeringan yang digunakan untuk dikaji lebih lanjut agar pengaturan suhu dan durasi waktu pengeringan lain kali dengan bahan serupa dapat lebih mudah ditentukan.

3. Proses pembahanan atau takar bahan-bahan

Sebelum proses pencampuran (*mixing*), bahan-bahan yang digunakan perlu ditakar lebih dahulu dengan komposisi tertentu agar hasil warna biji plastik berkualitas baik. Bahan plastik yang digunakan dapat berupa biji plastik *original* seluruhnya atau dicampur dengan material *recycle*, dengan rata-rata komposisi 10% material *recycle* dan 90% biji plastik *original*. Komposisi zat aditif yang terdiri dari zat pewarna, zat penjernih, dan zat lainnya, yang ditambahkan dengan biji plastik juga perlu ditakar dengan baik agar terbentuk warna produk yang indah, menarik, serta kualitas bahan yang awet. Akurasi penentuan takaran zat aditif ini relatif tidak mudah karena hasil pengkombinasian zat, terutama zat pewarna, hanya dapat dilihat pada hasil proses pencetakan produk.

4. Proses *Mixing* (pencampuran)

Proses *mixing* dilakukan untuk mencampurkan biji plastik, zat pewarna, dan zat aditif lainnya agar menjadi lebih homogen. Hasil proses *mixing* berpengaruh terhadap hasil proses pencetakan. Pencampuran yang kurang baik dapat menyebabkan warna yang tidak merata. Proses pencampuran ini dilakukan dengan bantuan mesin *mixing* yang berfungsi mengaduk bahan-bahan yang dimasukkan dalam wadah silinder pada mesin tersebut selama durasi waktu tertentu. PT. X memiliki dua mesin *mixing*, setiap mesin *mixing* memiliki kapasitas masing-masing 60 kg. Lama durasi proses pencampuran bahan dengan mesin *mixing* membutuhkan waktu 20 menit.

5. Proses Pengecekan (QC) dan Pengemasan

Hasil dari proses *mixing* selanjutnya diperiksa untuk mengecek apakah sesuai dengan spesifikasi produk atau tidak. Kemudian biji plastik berwarna dikemas dalam kantong plastik atau sak.

6. Penyimpanan Produk

Setelah produk selesai diperiksa dan dikemas, produk disimpan dalam gudang hingga perusahaan *customer* datang mengambil produk yang dipesan.

7. Pengiriman Produk

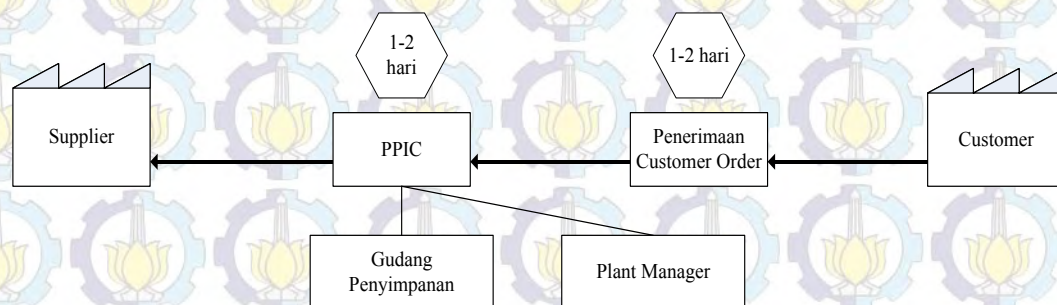
Biasanya produk biji plastik berwarna disimpan dahulu di gudang sebelum diambil oleh perusahaan *customer*, namun tidak menutup kemungkinan dapat diambil langsung setelah proses QC dan pengemasan jika *customer* datang bertepatan saat proses pengemasan dilakukan.

Waktu yang diperlukan untuk setiap aktivitas juga disertakan dalam VSM agar dapat diketahui berapa prosentase waktu yang dianggap kurang produktif dari keseluruhan waktu operasi, untuk menunjukkan seberapa besar tingkat pemborosan yang terjadi dalam proses produksi PT. X. Berikut adalah tabel data waktu proses untuk setiap aktivitas.

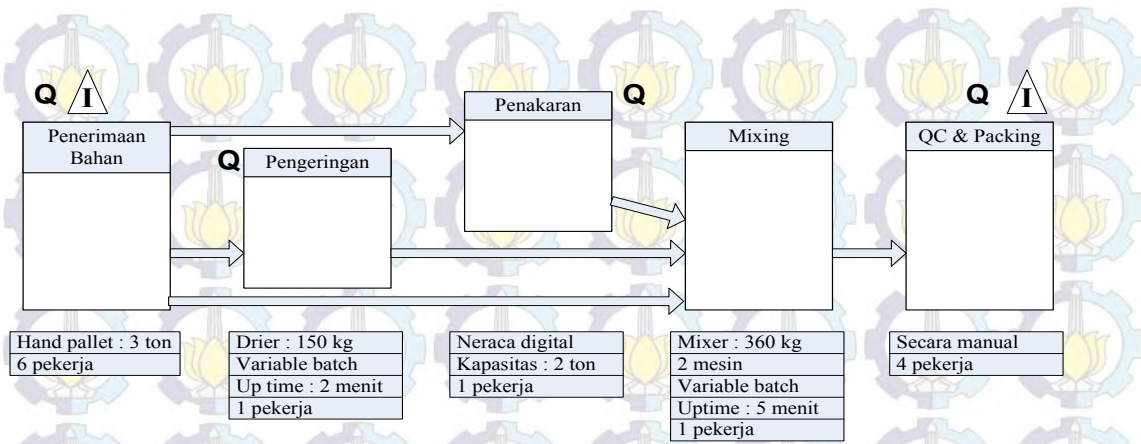
Tabel 4.1 Waktu Jenis Aktivitas Proses Produksi

Proses		Aktivitas	Waktu Proses	Kategori Aktivitas							
				O	T	I	S	D	VA	NNVA	NVA
P1	Penerimaan bahan	P11 Pemindahan bahan dari kendaraan ke gudang bahan	30		30					30	
		P12 Pengecekan dan pencatatan bahan diterima	5			5			5		
		P13 Penyimpanan bahan di gudang	60				60			60	
		P14 Pemindahan bahan ke P2	3		3					3	
		P15 Pemindahan bahan ke P3	4		4					4	
		P16 Pemindahan bahan ke P4	3		3					3	
P2	Pengerinan biji plastik	P21 Set up mesin dryer	2	2					2		
		P22 Loading biji plastik ke mesin dryer	10	10					10		
		P23 Pengerinan biji plastik	10	10					10		
		P24 Pendinginan biji plastik	10	10					10		
		P25 Pengecekan hasil pengerinan	3			3			3		
		P26 Pemindahan biji plastik ke P4	5		5					5	
P3	Penakaran bahan	P31 Persiapan mesin timbangan dan alat takar	0	0					0		
		P32 Penakaran bahan aditif	20	20					20		
		P33 Pemindahan bahan ke P4	3		3					3	
P4	Mixing bahan	P41 Persiapan mesin mixer dan bahan	5	5					5		
		P42 Proses mixing	20	20					20		
P5	QC dan Packing	P51 Pengecekan hasil mixing	2			2			2		
		P52 Proses pengemasan	10	10					10		
		P53 Pemindahan produk ke P6	5		5					5	
P6	Penyimpanan produk	Produk disimpan dalam gudang	10				10			10	
P7	Pengiriman produk	Pemindahan produk dari gudang ke kendaraan	28		28					28	
Jumlah :			248	87	81	10	70	0	97	151	0

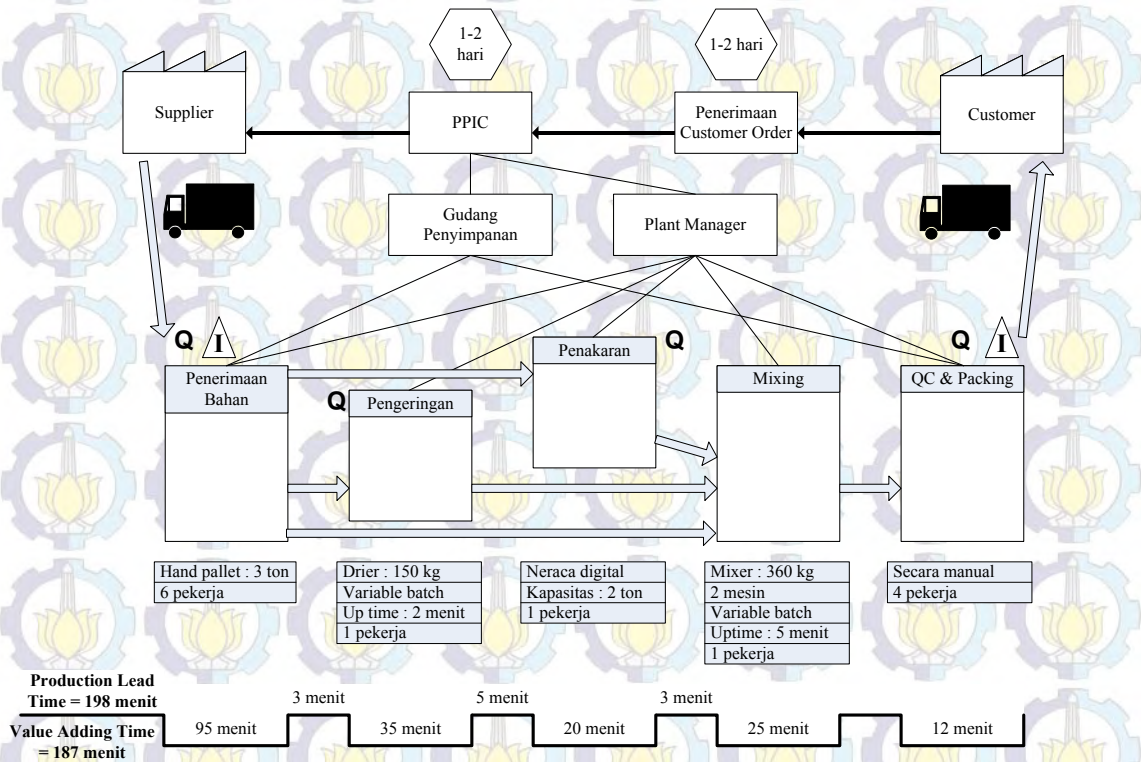
Sesuai dengan penjelasan di atas dan keterangan waktu pada tabel 4.1, berikut ditunjukkan VSM aliran informasi dan VSM aliran fisik kondisi eksisting PT. X pada Gambar 4.3 dan Gambar 4.4.



Gambar 4.3 Aliran Informasi Proses Produksi Eksisting PT.X



Gambar 4.4 Aliran Fisik Proses Produksi Eksisting PT.X



Gambar 4.5 Diagram VSM Proses Produksi Eksisting PT. X

Berdasarkan diagram VSM pada gambar 4.5 diperoleh hasil perhitungan *production lead time* adalah 198 menit, dengan 187 menitnya digunakan untuk aktivitas *value adding*, atau dengan kata lain 5,56% dari *production lead time* merupakan yang digunakan untuk aktivitas yang bukan *value adding activities*.

4.4 Identifikasi dan Pengkategorian Aktivitas

Dari hasil pemetaan proses pada gambar VSM di atas, *breakdown* aktivitas dalam proses tersebut adalah sebagai berikut :

P.1 Penerimaan bahan

P.11 Pemindahan bahan dari kendaraan ke gudang bahan

P.12 Pengecekan dan pencatatan bahan diterima

P.13 Penyimpanan bahan di gudang

P.14 Pemindahan bahan ke P.2

P.15 Pemindahan bahan ke P.3

P.16 Pemindahan bahan ke P.4

P.2 Pengeringan biji plastik

P.21 *Set up* mesin dryer

P.22 *Loading* biji plastik ke mesin *dryer*

P.23 Pengeringan biji plastik

P.24 Pendinginan biji plastik

P.25 Pengecekan hasil pengeringan

P.26 Pemindahan biji plastik ke P.4

P.3 Penakaran bahan

P.31 Persiapan mesin timbangan dan alat takar

P.32 Penakaran bahan aditif

P.33 Pemindahan bahan ke P.4

P.4 *Mixing* bahan

P.41 Persiapan mesin *mixer* dan bahan

P.42 Proses *mixing*

P.5 QC dan *Packing*

P.51 Pengecekan hasil *mixing*

P.52 Proses pengemasan

P.53 Pemindahan produk ke P.6

P.6 Penyimpanan produk, produk disimpan dalam gudang.

P.7 Pengiriman produk, pemindahan produk dari gudang ke kendaraan.

Untuk mengetahui bagaimana pemborosan yang terjadi pada proses produksi PT. X, selanjutnya dilakukan klasifikasi aktivitas dalam kategori *operation* (O), *transportation* (T), *inspection* (I), *storage* (S), dan *delay* (D). Aktivitas tersebut juga dikategorikan berdasarkan fungsinya terhadap pertambahan value, yaitu kategori *value-added activity* (VA), *non value-added activity* (NVA), atau *necessary but non value-added activity* (NNVA). Berikut adalah hasil pengkategorian jenis aktivitas pada proses produksi PT. X.

Tabel 4.2 Pengkategorian Jenis Aktivitas Proses Produksi

Proses		Aktivitas	Kategori Aktivitas							
			O	T	I	S	D	VA	NNVA	NVA
P1	Penerimaan bahan	P11 Pemindahan bahan dari kendaraan ke gudang bahan		√					√	
		P12 Pengecekan dan pencatatan bahan diterima			√			√		
		P13 Penyimpanan bahan di gudang				√			√	
		P14 Pemindahan bahan ke P2		√					√	
		P15 Pemindahan bahan ke P3		√					√	
		P16 Pemindahan bahan ke P4		√					√	
P2	Pengeringan biji plastik	P21 Set up mesin dryer	√					√		
		P22 Loading biji plastik ke mesin dryer	√					√		
		P23 Pengeringan biji plastik	√					√		
		P24 Pendinginan biji plastik	√					√		
		P25 Pengecekan hasil pengeringan			√			√		
		P26 Pemindahan biji plastik ke P4		√					√	
P3	Penakaran bahan	P31 Persiapan mesin timbangan dan alat takar	√					√		
		P32 Penakaran bahan aditif	√					√		
		P33 Pemindahan bahan ke P4		√					√	
P4	Mixing bahan	P41 Persiapan mesin mixer dan bahan	√					√		
		P42 Proses mixing	√					√		
P5	QC dan Packing	P51 Pengecekan hasil mixing			√			√		
		P52 Proses pengemasan	√					√		
		P53 Pemindahan produk ke P6		√					√	
P6	Penyimpanan produk	Produk disimpan dalam gudang				√			√	
P7	Pengiriman produk	Pemindahan produk dari gudang ke kendaraan		√					√	
Jumlah :			9	8	3	2	0	12	10	0

Berdasarkan pengkategorian aktivitas yang telah dilakukan, yang ditunjukkan pada tabel 4.2, diketahui jumlah aktivitas yang termasuk *operation* dan *inspection* yang merupakan *value adding activity* adalah 12 dari 22 aktivitas. Hal ini menunjukkan bahwa proses produksi eksisting pada PT. X terdapat aktivitas pemborosan. Untuk mengetahui analisa lebih detail mengenai pemborosan yang sebaiknya direduksi, perlu dilakukan identifikasi *waste* pada proses produksi eksisting PT. X.

4.5 Identifikasi *Waste*

Waste merupakan aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses transformasi *input* menjadi *output* sepanjang *value stream*. Setelah aktivitas dalam proses produksi dikategorikan sesuai jenisnya dalam pemberian nilai tambah terhadap produk, dilakukan identifikasi *waste* untuk mengetahui aktivitas apa saja yang perlu dianalisa lebih lanjut untuk diperbaiki.

Penjelasan identifikasi aktivitas yang termasuk *waste* dalam tujuh kategori adalah sebagai berikut :

1. *Defects*

Produk cacat dari produksi biji plastik berwarna pada PT. X memiliki tingkat kejadian yang sangat rendah. Sebagian besar spesifikasi produk telah ditetapkan standarnya dan proses produksi dinilai dalam kondisi mampu menghasilkan produk dengan kualitas sesuai permintaan *customer*. *Defect* biji plastik berwarna diukur dari kesesuaian warnanya dengan yang diminta oleh *customer*. Yang dimaksud standar spesifikasi produk adalah kombinasi kadar zat pewarna dan bahan aditif lainnya yang dicampurkan per kilogram biji plastik dan kadar kombinasi jenis plastik yang diminta.

Untuk perusahaan *customer* baru atau permintaan produk baru, dilakukan persetujuan spesifikasi produk terlebih dahulu untuk menentukan standar kombinasi bahan. Dilakukan proses *trial* pencampuran bahan untuk menunjukkan beberapa pilihan hasil kombinasi kepada *customer*, pilihan kombinasi yang disetujui *customer* selanjutnya digunakan sebagai standar untuk permintaan-permintaan berikutnya. Produk hasil *trial* juga tidak dikategorikan *defect* karena tujuannya untuk percobaan kombinasi bahan.

2. *Overproduction*

PT. X menerapkan model *make to order* pada sistem produksinya. Karena itu tidak banyak ditemukan *waste overproduction* pada sistem produksi PT. X. Selain itu PT. X tidak melebihi kuantitas produksi untuk mengantisipasi produk *defect* karena *waste defect* juga sangat kecil.

3. *Unnecessary Inventory*

Sama seperti *waste overproduction*, tidak ditemukan *unnecessary inventory* pada sistem produksi biji plastik berwarna di PT. X. Pemesanan bahan dilakukan setelah ada permintaan dari *customer*, sehingga tidak ada bahan atau produk berlebih dalam gudang.

4. *Inappropriate Processing*

Proses pengeringan mestinya cukup dilakukan sekali, tanpa pengeringan ulang. Yang dimaksud pengeringan ulang disini bukan disebabkan jumlah bahan yang banyak, tetapi karena bahan hasil satu kali pengeringan dianggap kurang kering kemudian dikeringkan kembali hingga dianggap cukup kering untuk diproses lebih lanjut.

Bahan baku (biji plastik) yang lembap, dicek terlebih dahulu sebelum dikeringkan. Pekerja mengukur kelembapan bahan secara manual menggunakan tangan lalu memperkirakan tingkat kelembapannya. Perkiraan ini digunakan untuk menentukan *set up* mesin *dryer*, yaitu berapa lama durasi proses pengeringan dan berapa tingkat suhu udara yang dihembuskan mesin pengering. Jika udara terlalu panas biji plastik dapat sedikit melentur, jika terlalu lama pun proses ini dianggap kurang efisien. Tetapi jika udara kurang panas atau durasi pengeringan kurang lama maka biji plastik masih lembap atau kurang kering. Bahan yang kurang kering ini yang menyebabkan pengeringan ulang yang semestinya tidak diperlukan.

5. *Excessive Transportation*

Jika jumlah permintaan tinggi selama beberapa hari, biasanya terjadi penumpukan material, baik berupa bahan baku yang menunggu diproses atau produk yang belum dikirim ke *customer*. Penumpukan barang yang terjadi di area produksi dapat menghalangi lalu lintas perpindahan barang atau pergerakan pekerja. Pada kondisi eksisting belum ada area khusus untuk menempatkan barang, lalu lintas *trolley*, dan area kerja. Material dapat ditempatkan dimana saja yang dianggap masing-masing pekerja dapat mempermudah atau mempercepat tugasnya, hal ini dapat menimbulkan pengulangan pemindahan material. Material yang dibutuhkan untuk segera diproses perlu didekatkan ke mesin, material yang

datang lebih akhir ditempatkan di area kosong yang tersisa, dan output dari mesin ditempatkan di dekat jalan atau area terluar dari tempat pemrosesan. Jika material-material seperti itu tidak diatur dengan baik dapat menghalangi lalu lintas perpindahan material dari atau ke tempat operasi yang lain.

Penempatan bahan baku atau produk di gudang cenderung diposisikan sesuai waktu datangnya. Barang yang datang lebih awal ditempatkan di belakang barang yang datang lebih akhir, barang yang datang lebih akhir lebih mudah diambil dibanding barang lama. Saat barang lama akan diambil *customer*, terkadang sulit mengambilnya karena posisi semacam ini. Setelah barang tersebut diambil, area barang lama menjadi kosong, lalu datang barang baru lagi sementara tidak ada tempat lain selain menggunakan area kosong tersebut, maka akan sulit juga menemukannya karena berada di belakang barang lain yang belum diambil.

6. Delay & Waiting

Waste ini pada PT. X dapat berupa bahan baku yang menunggu diproses, proses yang tertunda, serta mesin atau pekerja yang *idle*. Ketiga hal tersebut dapat saling mempengaruhi, dan dapat terjadi karena masalah penjadwalan, ketersediaan dan kualitas *input* pemrosesan, serta kapasitas proses. Dalam menyusun jadwal produksi terdapat beberapa hal yang dipertimbangkan, diantaranya adanya permintaan yang lebih diprioritaskan karena jumlah permintaan lebih besar atau dari *customer* spesial, rencana produksi sebelumnya yang belum terealisasi, serta *input* proses. Yang dimaksud input proses adalah ketersediaan bahan dalam kondisi yang baik, siap untuk segera diolah, juga pembagian waktu kerja para pegawai yang tepat sehingga dapat bekerja dengan kondisi fisik dan konsentrasi yang optimal. Faktor lain yang berpengaruh adalah pengaturan kuantitas produksi agar kapasitas yang tersedia dapat mengimbangi jumlah permintaan.

Pada sistem produksi PT. X juga ditemukan adanya waktu *idle*, baik pada mesin atau pekerja. Saat dilakukan *set up* mesin, mesin tidak memproses sementara pekerja bekerja. Kemudian saat mesin bekerja, pekerja *idle*. Saat mesin selesai memproses dan dilakukan pengemasan produk, mesin *idle* dan pekerja bekerja. Sehingga terdapat kecenderungan bahwa saat mesin bekerja pekerja *idle*,

dan saat mesin *idle* pekerja bekerja. Waktu *idle* ini diharapkan dapat direduksi dengan memanfaatkannya untuk hal yang lebih produktif.

7. *Unnecesary motion*

Jenis *waste unnecessary motion* diidentifikasi dengan pengamatan terhadap pergerakan pekerja yang dianggap kurang efisien, baik yang dilakukan untuk operasi kerja maupun pemindahan material. Pergerakan pekerja yang kurang efisien pada PT. X berhubungan dengan jenis *waste* lain seperti pengulangan proses, proses tertunda, atau pemindahan material yang tidak teratur.

Unnecessary motion terkait dengan kepatuhan pekerja dalam melakukan pekerjaannya sesuai dengan SOP. Pada PT. X belum ada SOP yang disusun secara detail, tetapi terdapat beberapa upaya yang dilakukan untuk menghindari hal yang dapat membahayakan pekerja atau merusak *output* proses, mengingat selama beberapa tahun PT. X beroperasi belum pernah terjadi peristiwa yang dianggap berbahaya atau menimbulkan kerugian besar. Upaya PT. X dalam pelaksanaan SOP pada kondisi eksisting dilakukan dengan penempelan beberapa tulisan tata cara atau peringatan di area kerja, pelatihan terhadap pekerja baru, dan pengawasan secara berkala.

4.6 Identifikasi *Waste* Kritis

Identifikasi *waste* kritis, atau dengan kata lain *waste* yang berpengaruh besar terhadap perusahaan, dapat dilakukan melalui pengisian kuisioner. Kuisioner diberikan untuk mengetahui informasi tingkat frekuensi terjadinya *waste* atau tingkat pengaruh terjadinya *waste* terhadap proses produksi atau terhadap produk. Data dari hasil kuisioner tersebut digunakan untuk menentukan bobot tiap *waste* yang menunjukkan seberapa kritis *waste* terkait dibanding *waste* lain. Metode pembobotan *waste* yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Rank Sum*.

Metode *Rank Sum* merupakan metode pembobotan melalui penentuan peringkat tiap kriteria atau atribut, dalam hal ini adalah *waste*, dengan peringkat 1 sebagai peringkat tertinggi. Jika jumlah atribut yang ditentukan bobotnya sebanyak n maka nilai atribut dengan peringkat 1 adalah $(n-1)$, nilai atribut pada

peringkat 2 adalah (n-2), dan seterusnya. Selanjutnya pada tiap jenis *waste* dihitung jumlah nilainya sesuai peringkat yang diberikan tiap responden. Bobot merupakan nilai normalisasi jumlah nilai dari peringkat yang diberikan. Semakin tinggi jumlah nilai yang dimiliki suatu jenis *waste* maka semakin tinggi bobotnya dibanding jenis *waste* lainnya, juga sebaliknya.

Pengisian kuisioner pembobotan *waste* dilakukan oleh beberapa responden sebagai pihak yang bertanggung jawab sekaligus memahami proses produksi pada PT.X dengan baik, yaitu :

1. Responden 1 : Direktur PT.X
2. Responden 2 : *Plant Manager*
3. Responden 3 : Kepala Bagian *Production*

Detail kuisioner ditunjukkan pada bagian lampiran. Tabel 4.3 berikut merupakan hasil rekap kuisioner penentuan peringkat *waste*, dan tabel 4.4 menunjukkan perhitungan pembobotan *waste*.

Tabel 4.3 Rekap Hasil Kuisioner Peringkat *Waste*

Kategori <i>Waste</i>		Penilaian Peringkat		
		Responden 1	Responden 2	Responden 3
W1	<i>Overproduction</i>	7	7	6
W2	<i>Defects</i>	6	4	7
W3	<i>Unnecessary Inventory</i>	5	6	5
W4	<i>Inappropriate Processing</i>	4	1	3
W5	<i>Excessive Transportation</i>	2	5	4
W6	<i>Delay & Waiting</i>	1	2	2
W7	<i>Unnecessary Motion</i>	3	3	1

Tabel 4.4 Perhitungan Pembobotan *Waste* dengan *Rank Sum*

Kategori <i>Waste</i>		Peringkat								Jumlah Nilai	Bobot (%)
		1	2	3	4	5	6	7	8		
W1	<i>Overproduction</i>	0	0	0	0	0	1	2	0	4	4,76
W2	<i>Defects</i>	0	0	0	1	0	1	1	0	7	8,33
W3	<i>Unnecessary Inventory</i>	0	0	0	0	2	1	0	0	8	9,52
W4	<i>Inappropriate Processing</i>	1	0	1	1	0	0	0	0	16	19,05
W5	<i>Excessive Transportation</i>	0	1	0	1	1	0	0	0	13	15,48
W6	<i>Delay & Waiting</i>	1	2	0	0	0	0	0	0	19	22,62
W7	<i>Unnecessary Motion</i>	1	0	2	0	0	0	0	0	17	20,24
Nilai :		7	6	5	4	3	2	1	0	Total : 84	100

Jumlah nilai pada tabel 4.4 diperoleh dari jumlah nilai dari peringkat yang diberikan oleh pihak perusahaan pada tabel 4.3. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, peringkat 1 bernilai 7, peringkat 2 bernilai 6, dan seterusnya hingga peringkat 7 bernilai 0. Angka 0, 1, dan 2 pada kolom peringkat adalah jumlah responden yang memberikan peringkat tersebut pada masing-masing kategori *waste*. Lalu bobot kategori *waste* merupakan konversi dari kolom jumlah nilai ke dalam bentuk prosentase. Untuk lebih jelasnya, berikut adalah contoh perhitungan jumlah nilai kategori *waste*.

- Jumlah Nilai W1

$$= (1 \text{ responden} \times \text{nilai peringkat } 6) + (2 \text{ responden} \times \text{nilai peringkat } 7) \\ = (1 \times 2) + (2 \times 1) = 4$$

- Jumlah Nilai W2

$$= (1 \text{ responden} \times \text{nilai peringkat } 4) + (1 \text{ responden} \times \text{nilai peringkat } 6) + \\ (1 \times \text{responden} \times \text{nilai peringkat } 7) \\ = (1 \times 4) + (1 \times 2) + (1 \times 1) = 7$$

- Jumlah Nilai W3

$$= (2 \text{ responden} \times \text{nilai peringkat } 5) + (1 \text{ responden} \times \text{nilai peringkat } 6) \\ = (2 \times 3) + (1 \times 2) = 8$$

Sesuai dengan hasil pembobotan diatas, dapat diketahui bahwa *waste* dengan bobot tertinggi adalah W4, W6, dan W7 yaitu *Inappropriate Processing*, *Delay & Waiting*, dan *Unnecessary Motion*. Selanjutnya ketiga kategori *waste* ini

akan dianalisa lebih lanjut untuk mengetahui bagaimana jenis pemborosan yang terjadi agar dapat dilakukan perbaikan terhadap penyebab pemborosan tersebut.

A. *Inappropriate Processing*

Waste dalam proses produksi PT. X pada kategori *Inappropriate Processing* berupa pengulangan proses serta kelalaian pekerja atau kesalahan teknis pada pemrosesan bahan.

1. Pengulangan proses pengeringan bahan.

Pengulangan proses pengeringan ini dilakukan karena tidak tersedianya sarana untuk mengukur tingkat kelembapan bahan secara akurat.

2. Pengulangan proses *trial* takaran kombinasi bahan untuk produk baru.

Pengulangan proses *trial* ini dilakukan berulang hingga hasil produk dari suatu kombinasi takaran tertentu bahan yang dicampur dapat tepat sesuai dengan spesifikasi produk yang diminta oleh *customer*.

3. Kelalaian pekerja atau kesalahan teknis.

Kelalaian pekerja atau kesalahan teknis juga dapat menyebabkan spesifikasi produk tidak sesuai, sehingga diperlukan *rework* atau pembuatan ulang produk. Hal ini juga dapat dikategorikan sebagai pemborosan akibat proses yang tidak sesuai dengan standar pengoperasian.

B. *Delay & Waiting*

Waste kategori *Delay & Waiting* pada PT. X dapat berupa bahan baku yang menunggu diproses, proses yang tertunda, serta mesin atau pekerja yang *idle*. Ketiga hal tersebut dapat saling mempengaruhi.

1. Proses *mixing* tertunda.

Tertundanya proses *mixing* dapat terjadi karena masalah penjadwalan yang kurang tepat, ketersediaan dan kualitas bahan yang akan diproses, serta kapasitas produksi yang terbatas.

2. Bahan baku tersedia di waktu yang tidak tepat.

Bahan baku mungkin datang lebih awal, tepat waktu, atau terlambat dari waktu yang diinginkan. Bahan baku yang tersedia di saat yang kurang tepat dapat disebabkan oleh perubahan jadwal yang sewaktu-waktu, pengiriman

bahan oleh *supplier* mengalami kendala, atau karena ada produk lain yang perlu diprioritaskan untuk diproses terlebih dahulu.

3. Pekerja *idle* saat mesin beroperasi.

Pada sistem produksi PT. X juga ditemukan adanya waktu *idle*, baik mesin atau pekerja. Terdapat kecenderungan bahwa saat mesin bekerja pekerja *idle*, dan saat mesin *idle* pekerja bekerja.

C. *Unnecessary motion*

Waste pada kategori *Unnecessary Motion* dapat berupa pergerakan fisik pekerja yang dianggap kurang efisien, baik yang dilakukan untuk operasi kerja maupun pemindahan material.

1. Aktivitas pekerja kurang efisien dalam operasi kerja.

Pergerakan pekerja yang kurang efisien dalam operasi kerjanya dapat disebabkan oleh penerapan standar kerja yang kurang baik, standar kerja yang ada kurang jelas atau kurang mendetail.

2. Aktivitas pekerja kurang efisien dalam pemindahan barang.

Ketika memindahkan material, pekerja terkendala oleh ruang gerak pekerja yang terbatas, atau karena kesibukan pekerja yang menangani beberapa hal bersamaan.

BAB 5

ANALISA DAN USULAN PERBAIKAN

Pada Bab 5 ini dijabarkan mengenai tahap Analisa Hasil Pengumpulan dan Pengolahan Data yang berisi penjelasan dari identifikasi di tahap sebelumnya, dan Usulan Perbaikan yang membahas alternatif perbaikan yang diajukan.

5.1 Analisa Hasil Pengumpulan & Pengolahan Data

Pada tahap ini dijelaskan tentang analisa *waste* kritis hasil dari pengolahan data kuisioner menggunakan metode *Rank Sum*, analisa akar penyebab masalah terjadinya *waste* dengan identifikasi *Root-Cause Analysis* (RCA), serta analisa prioritas perbaikan menggunakan FMEA.

5.1.1 Analisa *Waste* Kritis

Hasil dari perhitungan bobot masing-masing *waste* menunjukkan bahwa tiga *waste* kritis yang dianalisa lebih lanjut adalah *Inappropriate Processing*, *Delay & Waiting*, serta *Unnecessary Motion*.

Inappropriate Processing memiliki peringkat yang tinggi karena pada sistem produksi PT. X terdapat pemborosan berupa pengulangan pada proses *trial* dan proses pengeringan, baik yang disebabkan oleh kondisi bahan atau kondisi pekerja. Pengulangan proses tersebut menimbulkan waktu pemrosesan yang lebih lama disamping biaya produksi yang lebih besar.

Pada proses produksi PT. X juga ditemukan adanya proses yang tertunda, khususnya proses *mixing* yang merupakan proses utama untuk memproduksi biji plastik berwarna. Proses *mixing* yang tertunda memungkinkan permintaan *customer* tidak dapat dipenuhi tepat waktu. Kekecewaan *customer* dapat mengurangi loyalitas terhadap PT. X, yang dapat mempengaruhi penilaian *customer* terhadap pelayanan PT. X. Penilaian *customer* merupakan salah satu hal penting karena berpengaruh terhadap kemajuan perusahaan di masa berikutnya, karena itu *Delay & Waiting* diberi peringkat tinggi untuk nilai kepentingannya bagi perusahaan.

Faktor lelah dan jenuh merupakan hal yang wajar terjadi saat pekerja melakukan tugasnya, namun hal ini dapat berdampak buruk terhadap kecepatan proses, kualitas produk, dan kelalaian pekerja dapat memicu kecelakaan di lantai produksi. Pekerja diharapkan memiliki kondisi yang optimal saat bekerja agar lebih produktif, meminimalisir aktivitas yang tidak perlu atau bahkan menghambat pemrosesan. Karena itu *motion* menjadi hal yang cukup dipertimbangkan oleh PT. X sehingga diberi peringkat yang tinggi setelah *Delay & Waiting* serta *Inappropriate Processing*.

5.1.2 Root-Cause Analysis (RCA)

Suatu *waste* yang terjadi dapat disebabkan oleh beberapa faktor, kemudian beberapa faktor tersebut juga dapat disebabkan oleh faktor-faktor yang lain lagi. Karena itu diperlukan analisa faktor apa yang menjadi akar permasalahannya agar upaya untuk mereduksi *waste* dapat lebih efektif.

Berdasar hasil diskusi peneliti dengan pihak perusahaan, terdapat beberapa faktor yang berpengaruh terhadap *waste* kritis yang terjadi, baik dari segi pekerja, mesin, cara kerja, material yang diproses, juga lingkungan, yang kemudian disederhanakan dalam beberapa tabel berikut. *Why 1* adalah penyebab langsung dari *waste* yang terjadi. *Why 2* adalah penyebab *Why 1*, *Why 3* adalah penyebab *Why 2*, dan seterusnya. Faktor yang berada di posisi *Why* paling akhir merupakan akar permasalahan dari *waste* yang terjadi.

A. *Inappropriate Processing*

Tabel 5.1 merupakan hasil analisa *root cause* pada *waste* kategori *Inappropriate Processing*, yaitu pengulangan proses *trial*, pengulangan proses pengeringan, dan kelalaian pekerja. Yang menyebabkan proses *trial* harus diulang adalah karena contoh produk belum sesuai dengan spesifikasi produk yang diminta *customer*.

Sedangkan akar permasalahan dari pengulangan proses pengeringan adalah karena masalah kelengkapan data *set up* mesin *dryer* yang pernah dilakukan, yang digunakan sebagai acuan ukuran *set up* mesin yang tepat, juga

pekerja yang tidak dapat mengukur tingkat kelembapan bahan disamping tidak adanya alat yang dibutuhkan untuk mengukur. Pengulangan proses juga dapat dipengaruhi oleh kelalaian pekerja, yang disebabkan oleh kondisi kesehatan atau keahlian pekerja.

Tabel 5.1 Analisa Akar Penyebab *Waste* Kategori *Inappropriate Processing*

Kategori <i>Waste</i>	<i>Waste</i> yang Terjadi	<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>
<i>Inappropriate Processing</i>	Pengulangan proses <i>trial</i> kombinasi bahan untuk produk baru	Penyesuaian spesifikasi produk dengan pihak perusahaan <i>customer</i>		
	Pengulangan proses pengeringan karena bahan belum cukup kering	<i>Set up</i> mesin <i>dryer</i> kurang tepat	Penentuan waktu dan suhu proses pengeringan berdasarkan proses yang pernah dilakukan	Pencatatan <i>history set up</i> mesin <i>dryer</i> kurang lengkap
		Pengukuran tingkat kelembapan bahan secara manual, perkiraan melalui indera peraba	Pekerja kurang ahli dalam memperkirakan tingkat kelembapan bahan	
			Tidak digunakan alat khusus untuk mengetahui tingkat kelembapan bahan	
	Kelalaian pekerja (<i>human error</i>), terjadi kesalahan pemrosesan, spesifikasi produk tidak sesuai	Pekerja kurang fokus saat pemrosesan	Kondisi (kesehatan atau konsentrasi) pekerja yang kurang optimal saat bekerja	
		Kurangnya keahlian atau pengalaman pekerja		

B. *Delay & Waiting*

Waste yang terjadi pada kategori *Delay & Waiting* salah satunya adalah tertundanya proses *mixing*, sebagai proses utama yang memiliki banyak faktor yang berpengaruh, baik karena bahan baku, proses pendahulu, atau kapasitas produksi. Dari segi bahan baku, yang menjadi akar permasalahannya adalah karena bahan yang dibutuhkan belum dikirimkan oleh supplier dan tidak ada bahan sisa dari periode sebelumnya karena memang menggunakan sistem *make to order*. Proses pendahulu yang belum selesai juga mempengaruhi tertundanya proses *mixing*, yang akar permasalahannya adalah ketersediaan sarana perawatan

bahan selama disimpan, beban kerja pekerja, dan sarana perawatan bahan selama perjalanan saat dikirim ke PT. X. Sedangkan kendala kapasitas produksi disebabkan oleh performansi pekerja dan jumlah pekerja atau operator yang dipekerjakan.

Tabel 5.2 Analisa Akar Penyebab *Waste* Kategori *Delay & Waiting*

Kategori <i>Waste</i>	<i>Waste</i> yang Terjadi	<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>	<i>Why 4</i>	<i>Why 5</i>
<i>Delay & Waiting</i>	Proses <i>mixing</i> tertunda	Terkendala ketersediaan bahan baku atau bahan aditif	Tidak ada persediaan barang yang dilebihkan (<i>safety stock</i>) Belum menerima bahan dari <i>supplier</i>			
		Pengerjaan bahan pada proses lain belum selesai	Proses pengeringan biji plastik yang lembap	Perawatan bahan selama penyimpanan di gudang kurang baik	Sarana untuk perawatan bahan pada gudang kurang memadai Tidak dilakukan pengecekan berkala kondisi bahan selama di gudang	Pekerja gudang sibuk karena beban kerja yang tinggi
				Perawatan bahan selama perjalanan (pengiriman bahan) kurang baik	Pengaruh cuaca selama perjalanan Sarana transportasi tidak mendukung kualitas bahan terjaga dengan baik	
				Menunggu konfirmasi <i>customer</i> mengenai spesifikasi produk		
		Kapasitas pemrosesan terbatas	Kapasitas mesin kurang dapat memenuhi kebutuhan kecepatan pemrosesan			
			Performansi/ kinerja pekerja yang kurang optimal			
			Jumlah pekerja kurang dapat memenuhi kebutuhan kecepatan pemrosesan			

Pada kategori *Delay & Waiting* tidak hanya dilihat dari segi proses yang tertunda, tetapi juga bahan yang menunggu diproses dan pekerja yang *idle*. *Delay* pemrosesan bahan terjadi karena bahan baku dari *supplier* datang tidak sesuai jadwal yang diperkirakan, ada permintaan lain yang lebih diprioritaskan, atau pelaksanaan produksi tidak sesuai jadwal yang telah ditentukan. Sedangkan *idle*-nya pekerja disebabkan karena tidak ada pekerjaan lain yang dikerjakan, atau

pekerja tidak memiliki keahlian di proses lain. Bahkan jika ada pekerjaan lain yang dapat dikerjakan dan pekerja memiliki keahlian terkait, pekerja tidak dapat meninggalkan tempat kerjanya karena mesin tidak terotomasi sehingga perlu terus diawasi sambil menunggu proses selesai.

Tabel 5.2 Analisa Akar Penyebab *Waste* Kategori *Delay & Waiting* (lanjutan)

Kategori <i>Waste</i>	<i>Waste</i> yang Terjadi	<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>
<i>Delay & Waiting</i>	Bahan baku tersedia lebih awal dari waktu dibutuhkan	Jadwal produksi kurang tepat	Terdapat permintaan lain yang lebih diprioritaskan	
			Bahan baku dari <i>supplier</i> datang tidak sesuai dengan jadwal	
			Pelaksanaan produksi tidak sesuai dengan yang dijadwalkan	
	Pekerja <i>idle</i> pada proses pengeringan dan proses <i>mixing</i> saat mesin bekerja, atau saat proses tertunda	Tidak ada aktivitas lain yang dilakukan pekerja		
		Pekerja tidak memanfaatkan waktu <i>idle</i> tersebut untuk mengerjakan atau membantu proses lain	Dapat mengurangi fokus pekerja terhadap proses yang menjadi tanggung jawabnya	Mesin tidak terotomasi, pekerja tidak dapat meninggalkan tempat kerja
			Pekerja kurang memiliki keahlian pada proses lain	

C. *Unnecessary Motion*

Pada tabel 5.3 ditunjukkan bahwa akar permasalahan dari *waste* aktivitas pekerja yang kurang efisien dalam kategori *Unnecessary Motion* adalah pekerja kurang dapat memahami SOP, atau pekerja menganggap SOP yang ada justru mempersulit pekerjaan, di samping rincian SOP yang berlaku ternyata kurang detail. Sedangkan ketidakefisienan aktivitas pekerja pada *material handling* disebabkan oleh terbatasnya area WIP sehingga mengganggu keleluasaan lalu lintas material, atau penundaan pemindahan material karena pekerja sedang sibuk dengan aktivitas yang lain.

Tabel 5.3 Analisa Akar Penyebab *Waste* Kategori *Unnecessary Motion*

Kategori <i>Waste</i>	<i>Waste</i> yang Terjadi	<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>
<i>Unnecessary Motion</i>	Aktivitas pekerja kurang efisien dalam operasi kerjanya	Tidak dilaksanakannya standar pengoperasian	Standar pengoperasian dianggap mempersulit pekerjaan
			Pekerja kurang memahami standar pengoperasian yang ada
		Tidak ada standar tata cara pengoperasian	
	Aktivitas pekerja kurang efisien, terkait pemindahan barang	Standar tata cara pengoperasian kurang mendetail	
			Terbatasnya area untuk menempatkan material WIP
		Pemindahan barang berulang untuk mendekatkan ke area pemrosesan	Pekerja sibuk dengan aktivitas lain sehingga menunda pemindahan barang

5.1.3 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Setelah diketahui akar permasalahan dari berbagai faktor yang berpengaruh terhadap *waste* yang terjadi, perlu dipertimbangkan kembali *root cause* mana yang berpengaruh besar terhadap pemborosan dalam proses produksi. FMEA pada penelitian ini digunakan untuk menentukan *root cause* mana yang dianggap kritis atau relatif sangat penting, sehingga alternatif perbaikan proses produksi yang diajukan dapat lebih efektif dalam mereduksi pemborosan yang terjadi.

Dalam penentuan *root cause* yang kritis diperlukan kriteria penilaian kekritisitasan faktor yang dianalisa. Dalam metode FMEA ini digunakan tiga kriteria yaitu *severity*, *occurence*, dan *detection*. *Severity* menunjukkan seberapa besar dampak dari terjadinya *root cause*, *occurence* menunjukkan seberapa sering *root cause* terkait terjadi, dan *detection* adalah seberapa besar kemungkinan *root cause* dapat terdeteksi sebelum terjadi. Untuk mempermudah penilaian *severity*

(S), *occurrence* (O), dan *detection* (D), ketiga kriteria tersebut perlu didefinisikan terlebih dahulu bagaimana tingkat keseriusannya. Pada penelitian ini tingkat keseriusan SOD didefinisikan dalam 10 level, dengan level 1 adalah yang paling ringan hingga level 10 yang paling berat, dengan penjelasan yang ditunjukkan pada tabel 5.4.

Berdasarkan tabel definisi SOD, *root cause* yang telah dirinci selanjutnya ditentukan level SOD masing-masing. Level SOD digunakan untuk menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN) yang menunjukkan seberapa besar prioritas suatu *root cause* dibanding yang lain berdasarkan kemungkinan resikonya. RPN ini diperoleh dari perkalian nilai S, O dan D. RPN juga dihitung dalam bentuk prosentase untuk mengetahui seberapa besar resikonya dibanding keseluruhan faktor dalam proses produksi di PT. X. Semakin besar nilai RPN maka semakin kritis atau semakin penting *root cause* terkait untuk diprioritaskan.

Tabel 5.4 Pendefinisian Level SOD

Level	Severity	Occurrence		Detection
1	Tidak ada dampak	Hampir tidak mungkin terjadi	$p < 0,1 \%$	Hampir tidak dapat terdeteksi
2	Berdampak sangat minor	Kemungkinan terjadinya sangat rendah	$0,1 \% \leq p < 3 \%$	Sangat sulit terdeteksi
3	Berdampak minor	Kemungkinan terjadinya rendah	$3 \% \leq p < 5 \%$	Sulit terdeteksi
4	Berdampak sangat rendah	Kemungkinan terjadinya sedang	$5 \% \leq p < 8 \%$	Kemungkinan terdeteksi sangat rendah
5	Berdampak rendah		$8 \% \leq p < 10 \%$	Kemungkinan terdeteksi rendah
6	Sedang		$10 \% \leq p < 13 \%$	Sedang
7	Berdampak serius	Kemungkinan terjadinya tinggi	$13 \% \leq p < 15 \%$	Kemungkinan terdeteksi cukup
8	Berdampak sangat serius		$15 \% \leq p < 18 \%$	Kemungkinan terdeteksi tinggi
9	Berbahaya	Kemungkinan terjadinya sangat tinggi	$18 \% \leq p < 20 \%$	Kemungkinan terdeteksi sangat
10	Sangat Berbahaya		$p \geq 20 \%$	Hampir selalu dapat dideteksi

Tabel 5.5 Penilaian SOD dan Hasil Perhitungan RPN

<i>Waste</i>	<i>Root Cause</i>	<i>S</i>	<i>O</i>	<i>D</i>	<i>RPN</i>	<i>%RPN</i>
<i>Inappropriate Processing</i>	Pengulangan proses <i>trial</i> kombinasi bahan untuk produk baru	1	5	8	40	0,0102
	Pencatatan <i>history set up</i> mesin <i>dryer</i> kurang lengkap	6	2	9	108	0,0274
	Pekerja kurang ahli dalam memperkirakan tingkat kelembapan bahan	9	3	9	243	0,0618
	Tidak digunakan alat khusus untuk mengetahui tingkat kelembapan bahan	8	6	2	96	0,0244
	Kondisi (kesehatan atau konsentrasi) pekerja yang kurang optimal saat bekerja	9	7	8	504	0,1281
	Kurangnya keahlian atau pengalaman pekerja	6	6	6	216	0,0549
<i>Delay & Waiting</i>	Tidak ada persediaan barang yang dilebihkan (<i>safety stock</i>)	9	2	9	162	0,0412
	Belum menerima bahan dari <i>supplier</i>	9	3	9	243	0,0618
	Sarana untuk perawatan bahan pada gudang kurang memadai	9	2	9	162	0,0412
	Pekerja gudang sibuk karena beban kerja yang tinggi	7	2	8	112	0,0285
	Pengaruh cuaca selama perjalanan	2	7	7	98	0,0249
	Sarana transportasi tidak mendukung kualitas bahan terjaga dengan baik	7	3	7	147	0,0374
	Menunggu konfirmasi <i>customer</i> mengenai spesifikasi produk	1	1	1	1	0,0003
	Kapasitas mesin kurang dapat memenuhi kebutuhan kecepatan pemrosesan	9	1	9	81	0,0206
	Performansi/kinerja pekerja yang kurang optimal	8	3	8	192	0,0488
	Jumlah pekerja kurang dapat memenuhi kebutuhan kecepatan pemrosesan	7	3	7	147	0,0374
	Terdapat permintaan lain yang lebih diprioritaskan	7	3	1	21	0,0053
	Bahan baku dari <i>supplier</i> datang tidak sesuai dengan jadwal	6	6	1	36	0,0091
	Pelaksanaan produksi tidak sesuai dengan yang dijadwalkan	7	3	1	21	0,0053
	Tidak ada aktivitas lain yang dilakukan pekerja	6	3	6	108	0,0274
	Mesin tidak terotomasi, pekerja tidak dapat meninggalkan tempat kerja	6	3	6	108	0,0274
	Pekerja kurang memiliki keahlian pada proses lain	1	1	6	6	0,0015
<i>Unnecessary Motion</i>	Standar pengoperasian dianggap mempersulit pekerjaan	8	2	8	128	0,0325
	Pekerja kurang memahami standar pengoperasian yang ada	8	4	2	64	0,0163
	Tidak ada standar tata cara pengoperasian	8	2	7	112	0,0285
	Standar tata cara pengoperasian kurang mendetail	7	2	7	98	0,0249
	Terbatasnya area untuk menempatkan material WIP	7	2	8	112	0,0285
	Pekerja sibuk dengan aktivitas lain sehingga menunda pemindahan barang	7	3	7	147	0,0374
Total :					3935	1

Pada penelitian ini nilai SOD masing-masing *root cause* ditentukan oleh perusahaan melalui diskusi oleh pihak manajemen yang terkait dengan proses produksi pada PT. X, melalui diskusi. Pada tabel 5.5 ditunjukkan hasil penilaian SOD masing-masing *root cause* dan hasil perhitungan RPN. Terdapat beberapa *root cause* dengan nilai dalam kolom RPN yang berwarna, yang merupakan 10 nilai RPN tertinggi dari keseluruhan *root cause*. Berdasarkan nilai RPN pada tabel di atas, disimpulkan bahwa *root cause* kritis yang perlu di-improve lebih lanjut adalah keahlian, pengalaman, performansi, dan kondisi pekerja selama proses beroperasi, kurangnya jumlah pekerja, ketersediaan bahan baku, serta sarana perawatan bahan selama pengiriman dan penyimpanan.

5.2 Usulan Perbaikan

Pada tahap Usulan Perbaikan dijelaskan beberapa alternatif usulan perbaikan pada *root cause* yang dianggap kritis dari hasil analisa FMEA, penentuan kriteria performansi dan pembobotannya, penilaian alternatif usulan perbaikan, serta pemilihan alternatif perbaikan yang optimal berdasarkan hasil *value analysis*.

5.2.1 Identifikasi Alternatif Usulan Perbaikan

Dari hasil analisa FMEA diketahui beberapa *root cause* kritis, yang selanjutnya akan ditentukan bagaimana solusi perbaikannya agar dapat mereduksi dampak pemborosannya dalam proses produksi.

Selanjutnya ditentukan alternatif perbaikan sebagai solusi dari *root cause* tersebut. Usulan alternatif ditentukan dari hasil diskusi dengan manajemen PT. X, disesuaikan dengan *root cause* kritis hasil FMEA. Salah satu alternatif yang diusulkan adalah dengan mengadakan pelatihan kepada pekerja. Pelatihan dilakukan dengan berbagi ilmu dan pengalaman mengenai operasi kerja antara pekerja senior atau pihak luar yang dianggap ahli kepada pekerja baru, sehingga dapat meningkatkan keahlian para pekerja.

Penambahan lini pada proses *mixing* dapat diajukan sebagai alternatif perbaikan, dengan tujuan untuk meringankan beban kerja, serta mempercepat dan melancarkan proses produksi. Yang dimaksud penambahan lini tersebut adalah penambahan mesin beserta operatornya, sehingga proses *mixing* dapat dilakukan lebih cepat karena kapasitas produksi yang lebih besar. Dengan beban kerja yang lebih ringan perkerja dapat melaksanakan tugasnya dengan lebih mudah, dengan tingkat konsentrasi yang lebih baik, juga mengurangi kemungkinan kelalaian pekerja atau *human error*.

Untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kesalahan pemrosesan, baik karena kesalahan pekerja, kondisi bahan, atau proses *set up* yang kurang sesuai, perlu diterapkan standar yang terinci dalam pelaksanaan proses produksi. Dengan adanya SOP yang jelas dan terinci dengan baik, dapat ikut berpengaruh terhadap perbaikan kendala keahlian dan performansi pekerja.

Untuk pembuatan SOP dengan rincian ukuran yang tepat diperlukan penelitian terlebih dahulu, terutama permasalahan *set up* pada proses pengeringan untuk menentukan ukuran yang tepat untuk menghasilkan *output* terbaik. Penelitian ini dapat dilakukan oleh pihak ahli dari luar perusahaan atau cukup dilakukan oleh pekerja senior yang cukup berpengalaman.

Terkait dengan pertimbangan sesuai penjelasan di atas, maka beberapa alternatif solusi yang diusulkan yaitu pelatihan untuk pekerja, penambahan mesin dan operator pada proses *mixing*, pembuatan SOP, dan penelitian khususnya untuk penentuan standar ukuran *set up* mesin pada proses pengeringan.

Masing-masing *root cause* tidak harus memiliki alternatif tersendiri, karena akan lebih efisien jika suatu alternatif perbaikan dapat menjadi solusi dari beberapa permasalahan. Diantara alternatif yang diusulkan dapat menjadi solusi dari beberapa *root cause*, baik yang sangat berpengaruh hingga sedikit pengaruhnya.

Untuk memetakan pengaruh atau hubungan antara *root cause* dan alternatif perbaikan yang diusulkan, pada penelitian ini digunakan *House of Quality* (HoQ) yang merupakan salah satu *tool* dalam pendekatan QFD, khususnya pada bagian *VoC Matrix*, *Technical Respons Matrix*, dan *Relationship*

Matrix. VoC Matrix, atau matriks kebutuhan pelanggan, digunakan sebagai matriks untuk *root cause*. *Technical Respons Matrix*, atau matriks respon atau karakteristik teknis, digunakan sebagai matriks alternatif perbaikan. Lalu *Relationship Matrix*, atau matrix hubungan, digunakan sebagai matriks hubungan antara *root cause* dan alternatif perbaikan. Hasil pemetaan hubungan *root cause* dan alternatif perbaikan ditunjukkan pada tabel 5.6.

Tabel 5.6 Hubungan *Root cause* Kritis & Alternatif Perbaikan

<i>Waste</i>	No.	<i>Root Cause</i>	Alternatif Perbaikan			
			Pembuatan Prosedur Kerja	Pelatihan Tenaga Kerja	Penelitian	Penambahan mesin dan operator
<i>Inappropriate Processing</i>	1	Pekerja kurang ahli dalam memperkirakan tingkat kelembapan bahan	Sangat berhubungan	Sangat berhubungan	Sangat berhubungan	Tidak berhubungan
	2	Kondisi (kesehatan atau konsentrasi) pekerja yang kurang optimal saat bekerja	Cukup Berhubungan	Tidak Berhubungan	Tidak Berhubungan	Sangat berhubungan
	3	Kurangnya keahlian atau pengalaman pekerja	Cukup Berhubungan	Sangat berhubungan	Sedikit berhubungan	Tidak berhubungan
<i>Delay & Waiting</i>	4	Tidak ada persediaan barang yang dilebihkan (<i>safety stock</i>)				
	5	Belum menerima bahan dari <i>supplier</i>				
	6	Sarana untuk perawatan bahan pada gudang kurang memadai				
	7	Sarana transportasi tidak mendukung kualitas bahan terjaga dengan baik				
	8	Performansi/kinerja pekerja yang kurang optimal	Sangat berhubungan	Cukup berhubungan	Tidak berhubungan	Cukup berhubungan
	9	Jumlah pekerja kurang dapat memenuhi kebutuhan kecepatan pemrosesan	Tidak berhubungan	Sedikit berhubungan	Tidak berhubungan	Sangat berhubungan
<i>Unnecessary Motion</i>	10	Pekerja sibuk dengan aktivitas lain sehingga menunda pemindahan barang	Sangat berhubungan	Cukup berhubungan	Tidak berhubungan	Sangat berhubungan

Untuk keempat *root cause* yang tampak berwarna pada tabel 5.6, alternatif perbaikannya tidak dikaji lebih lanjut dalam penelitian ini. *Root cause* nomor 5 dan 7 berada di luar kewenangan PT. X, karena permasalahan ini merupakan kebijakan dari *supplier*.

Mengenai *root cause* nomor 4, sudah menjadi kebijakan dari pihak manajemen PT. X untuk tidak membeli bahan untuk *safety stock*. Kelebihan bahan yang ada biasanya digunakan untuk “pencucian” atau pembersihan sisa bahan yang menempel di mesin sebelum digunakan kembali. Jumlah kelebihan bahan tersebut juga sedikit, tidak mencukupi jika digunakan bahkan untuk satu *batch* proses produksi. Kebijakan ini diterapkan dengan pertimbangan banyaknya jenis biji plastik, dan untuk penyediaan *safety stock* memerlukan pemesanan bahan dalam jumlah besar. Di sisi lain permintaan dari *customer* juga bervariasi, sulit untuk menyesuaikan pemesanan jenis bahan untuk dijadikan *safety stock* dengan perkiraan permintaan dari *customer*. Selain itu alasan utama yang dipertimbangkan adalah pada masa awal ini PT. X tidak begitu membutuhkan *safety stock*. Biaya yang dikeluarkan akan lebih efektif digunakan untuk memesan bahan kebutuhan produksi atas permintaan yang sudah ada daripada digunakan untuk menyediakan *safety stock*.

Sedangkan *root cause* nomor 6, PT. X sedang mengupayakan peningkatan sarana di pabrik. Sementara waktu ini PT. X memanfaatkan sarana penyimpanan bahan dengan konstruksi non-permanen, sambil menunggu gedung baru selesai dibangun. Karena itu alternatif solusi untuk *root cause* ini tidak dikaji lebih lanjut dalam penelitian ini.

Selain itu penerapan beberapa alternatif di atas diperkirakan juga dapat saling berpengaruh jika dikombinasikan. Kombinasi alternatif akan dipertimbangkan mengingat ada kemungkinan bahwa kombinasi alternatif dapat menghemat biaya dengan perbandingan performansi yang lebih baik. Berikut adalah tabel daftar alternatif dan kombinasi alternatif yang akan dipertimbangkan.

Tabel 5.7 Alternatif Perbaikan yang Diusulkan

No.	Alternatif Perbaikan
0	Kondisi Eksisting
1	Pembuatan Prosedur Kerja
2	Pelatihan Tenaga Kerja
3	Penelitian
4	Penambahan mesin dan operator
5	1 dan 2
6	1 dan 3
7	1 dan 4
8	2 dan 3
9	2 dan 4
10	3 dan 4
11	1, 2, dan 3
12	1, 2, dan 4
13	1, 3, dan 4
14	2, 3 dan 4
15	1, 2, 3, dan 4

5.2.2 Penentuan dan Pembobotan Kriteria Performansi

Setelah ditentukan beberapa alternatif perbaikan yang dapat diusulkan, selanjutnya dilakukan penilaian alternatif mana yang terbaik untuk diterapkan pada rantai produksi PT. X. Untuk menilai beberapa alternatif perbaikan tersebut, pada penelitian ini digunakan tiga kriteria performansi. Ketiga kriteria penilaian tersebut adalah peningkatan waktu produktif mesin, waktu produktif pekerja, dan jumlah *output* produksi yang diperkirakan dapat terwujud setelah alternatif perbaikan diterapkan.

Di antara ketiga kriteria tersebut, satu kriteria dianggap lebih penting dari kriteria yang lain. Karena perbedaan tingkat kepentingan tersebut kriteria penilaian performansi alternatif ini ditentukan bobotnya terlebih dahulu, sehingga alternatif perbaikan yang dinilai baik pada kriteria terpenting akan lebih dipertimbangkan. Tingkat kepentingan kriteria performansi ini ditentukan oleh beberapa orang dari pihak manajemen perusahaan berupa prosentase dengan nilai total ketiga kriteria adalah 100% untuk masing-masing responden. Pengambilan data tingkat penilaian dilakukan melalui kuisioner. Tingkat kepentingan tersebut

selanjutnya dihitung nilai rata-ratanya untuk memperoleh bobot pada setiap kriteria. Bobot kriteria akan digunakan untuk menghitung nilai performansi terbobot setiap alternatif perbaikan. Berikut ini adalah tabel tingkat kepentingan dan bobot setiap kriteria performansi.

Tabel 5.8 Pembobotan Kriteria Performansi

Kategori <i>Waste</i>	Kriteria Performansi	Tingkat Kepentingan Kriteria			Bobot Kriteria
		Responden 1	Responden 2	Responden 3	
<i>Delay & Waiting</i>	Waktu produktif mesin	25%	40%	30%	0,317
<i>Unnecessary Motion</i>	Waktu produktif pekerja	40%	20%	40%	0,333
<i>Inappropriate Processing</i>	<i>Output</i> produksi	35%	40%	30%	0,350
Jumlah :		100%	100%	100%	1,000

Berdasarkan tabel 5.8 di atas, kriteria performansi dengan bobot terbesar adalah waktu produktif pekerja, tetapi hasil pembobotan ketiga kriteria di atas tidak berbeda jauh.

5.2.3 Penilaian Alternatif Usulan Perbaikan berdasar *Value Analysis*

Agar diperoleh alternatif perbaikan proses produksi yang terbaik, setiap alternatif perbaikan dinilai bagaimana peningkatan performansinya dari segi waktu produktif mesin, waktu produktif pekerja, dan output produksi dibanding kondisi eksisting, yang diperkirakan dapat dicapai setelah diterapkan pada proses produksi PT. X.

Sama seperti pada penilaian SOD terhadap *root cause waste*, untuk mempermudah penilaian performansi alternatif perbaikan, ketiga kriteria tersebut perlu didefinisikan terlebih dahulu bagaimana tingkat pencapaiannya. Pada penelitian ini tingkat pencapaian waktu produktif mesin, waktu produktif pekerja, dan *output* produksi didefinisikan dalam 10 level, dengan level 1 adalah yang paling ringan hingga level 10 yang paling berat, dengan penjelasan yang ditunjukkan pada tabel 5.9.

Tabel 5.9 Pendefinisian Level Kriteria Performansi

Nilai	Waktu Produktif Mesin	Waktu Produktif Pekerja	<i>Output</i> Produksi
1	0% - 30%	0% - 30%	0% - 60%
2	30% - 35%	30% - 35%	60% - 70%
3	35% - 40%	35% - 40%	70% - 80%
4	40% - 45%	40% - 45%	80% - 90%
5	45% - 50%	45% - 50%	90% - 100%
6	50% - 60%	50% - 60%	100% - 125%
7	60% - 70%	60% - 70%	125% - 150%
8	70% - 80%	70% - 80%	150% - 175%
9	80% - 90%	80% - 90%	175% - 200%
10	90% - 100%	90% - 100%	lebih dari 200%

Berdasarkan tabel 5.9, alternatif yang telah dirinci selanjutnya ditentukan level perfomansi masing-masing. Pada penelitian ini nilai performansi masing-masing alternatif perbaikan dan kombinasinya ditentukan oleh perusahaan melalui diskusi oleh pihak manajemen yang terkait dengan proses produksi PT. X. Karena level yang ditentukan berdasarkan hasil diskusi maka nilai yang diperoleh adalah data tunggal, bukan penilaian masing-masing orang. Pada tabel 5.10 ditunjukkan hasil penilaian performansi masing-masing alternatif dan kombinasi alternatif.

Tabel 5.10 Penilaian Performansi Alternatif Perbaikan

Alternatif Perbaikan		<i>Performance</i>		
		Waktu Produktif Mesin	Waktu Produktif Pekerja	<i>Output</i> Produksi
0	Kondisi Eksisting	7	7	5
1	Pembuatan Prosedur Kerja	7	8	5
2	Pelatihan Tenaga Kerja	7	8	5
3	Penelitian	8	8	5
4	Penambahan mesin dan operator	7	7	5
5	1 dan 2	8	8	7
6	1 dan 3	8	8	6
7	1 dan 4	7	7	5
8	2 dan 3	7	7	5
9	2 dan 4	7	7	5
10	3 dan 4	7	7	5
11	1, 2, dan 3	9	9	7
12	1, 2, dan 4	9	9	6
13	1, 3, dan 4	9	9	6
14	2, 3 dan 4	8	9	6
15	1, 2, 3, dan 4	9	9	8

Berdasarkan tabel 5.10, tampak bahwa nilai performansi yang terbaik adalah pada alternatif ke 15 yaitu kombinasi pembuatan prosedur, pelatihan operator, penelitian, dan penambahan mesin beserta operatornya. Nilai ini diperoleh dengan pertimbangan bahwa kombinasi dari keempat alternatif perbaikan tersebut saling terkait. Penerapan keempat alternatif tersebut diperkirakan dapat menghasilkan performansi yang lebih baik jika dibanding penerapan alternatif secara tersendiri. Pembuatan prosedur dapat lebih terinci dengan diadakannya penelitian khususnya standar ukuran *set up* pada proses pengeringan. Pelatihan terhadap operator juga dapat dilaksanakan dengan lebih terukur dan lebih efektif mereduksi pemborosan, jika prosedur baru yang dibuat disusun dengan lebih rinci berdasarkan penelitian. Dengan mempertimbangkan beban kerja operator yang dipengaruhi jumlah operator, penambahan mesin dan operatornya diharapkan dapat mengurangi beban kerja masing-masing operator sehingga kinerjanya dalam melaksanakan tugas dapat lebih baik.

5.2.4 Pemilihan Usulan Perbaikan yang Terbaik

Level performansi setiap alternatif pada masing-masing kriteria digunakan untuk menghitung nilai performansi terbobot. Performansi terbobot menunjukkan seberapa besar performansi yang diperkirakan dapat dicapai dibanding performansi alternatif yang lain dengan telah menyertakan pertimbangan kriteria waktu produktif mesin, waktu produktif pekerja, dan *ouput* produksi. Performansi terbobot ini diperoleh dari hasil penjumlahan perkalian bobot kriteria dengan performansi alternatif perbaikan. Semakin besar nilai performansi terbobot maka semakin baik alternatif perbaikan terkait untuk diprioritaskan.

Karena penerapan alternatif perbaikan memerlukan pengeluaran biaya, faktor biaya juga dipertimbangkan dalam pemilihan alternatif terbaik ini. Biaya yang diperlukan untuk penerapan setiap alternatif perbaikan dalam proses produksi ditentukan oleh pihak perusahaan kemudian dihitung jumlahnya, berdasarkan pengeluaran per satu bulan.

Rincian perhitungan biaya penerapan setiap alternatif perbaikan meliputi biaya untuk pengadaan sarana atau sumber daya yang dibutuhkan untuk penerapan perbaikan, biaya produksi per satu bulan, serta tambahan biaya produksi akibat penerapan alternatif perbaikan. Berikut rincian perhitungan biaya penerapan alternatif perbaikan yang diusulkan. Untuk perhitungan lebih detail dapat dilihat di bagian lampiran.

- Alternatif 0, Kondisi Eksisting :

Biaya tenaga kerja	Rp	73.872.000,00
--------------------	----	---------------

Biaya bahan baku		
------------------	--	--

- Biji plastik

	Rp	36.000.000.000,00
--	----	-------------------

- Bahan aditif

	Rp	4.500.000.000,00
--	----	------------------

- Kemasan

	Rp	240.000.000,00
--	----	----------------

Biaya energi listrik	Rp	57.600.000,00
----------------------	----	---------------

Total :	Rp	40.871.472.000,00
---------	----	-------------------

- Alternatif 1, Pembuatan Prosedur Kerja

Biaya perancangan SOP		
-----------------------	--	--

- Biaya rapat

	Rp	440.000,00
--	----	------------

- Tambahan jam kerja untuk perancangan SOP

	Rp	7.387.200,00
--	----	--------------

- Pembelian buku referensi

	Rp	500.000,00
--	----	------------

Biaya pembuatan / penggantian SOP

- Pembuatan buku SOP Rp 500.000,00
- Penggantian stiker SOP Rp 500.000,00

Biaya sosialisasi SOP

- Tambahan jam kerja untuk sosialisasi Rp 7.387.200,00

Biaya implementasi SOP baru

- Tambahan biaya produksi karena pemrosesan lebih panjang Rp 600.000.000,00

Biaya produksi

Rp 40.871.472.000,00

Total : Rp 41.488.186.400,00

- Alternatif 2, Pelatihan tenaga Kerja

Biaya pelatihan

- Biaya pengajar dari pihak ahli Rp 500.000,00
- Penyediaan buku pelatihan Rp 500.000,00
- Biaya tambahan jam kerja untuk pelatihan Rp 7.387.200,00

Biaya eksperimen (biaya bahan dan energi listrik untuk mesin)

- Biji plastik Rp 120.000.000,00
- Bahan aditif Rp 15.000.000,00
- Kemasan Rp 800.000,00
- Biaya energi listrik untuk mesin Rp 3.200.000,00

Biaya implementasi

- Tambahan biaya produksi karena pemrosesan lebih panjang Rp 600.000.000,00

Biaya produksi

Rp 40.871.472.000,00

Total : Rp 41.618.859.200,00

- Alternatif 3, Penelitian

Biaya tenaga kerja ahli Rp 500.000,00

Biaya eksperimen (biaya bahan dan energi listrik untuk mesin)

- Biji plastik Rp 120.000.000,00

- Bahan aditif Rp 15.000.000,00

- Kemasan Rp 800.000,00

- Biaya energi listrik untuk mesin Rp 3.200.000,00

Biaya pembuatan catatan hasil penelitian Rp 200.000,00

Biaya produksi Rp 40.871.472.000,00

Total : Rp 41.011.172.000,00

- Alternatif 4, Penambahan Mesin *Mixing* Beserta Operatornya

Biaya pengadaan mesin Rp 1.000.000.000,00

Biaya pemasangan dan instalasi mesin

- Biaya tenaga kerja ahli Rp 336.000.000,00

- Biaya energi listrik untuk instalasi mesin Rp 26.880.000,00

Biaya percobaan awal pengoperasian mesin

- Biji plastik Rp 18.000.000.000,00

- Bahan aditif Rp 225.000.000,00

- Kemasan Rp 120.000.000,00

- Biaya energi listrik untuk mesin Rp 57.600.000,00

Biaya rekrutmen operator baru Rp 8.208.000,00

Biaya pelatihan operator baru

- Biaya tambahan beban kerja bagi operator senior yang memberikan pelatihan Rp 820.800,00

Biaya produksi Rp 40.871.472.000,00

Total : Rp 60.645.980.800,00

Nilai performansi alternatif perbaikan yang telah dihitung akan dibandingkan dengan faktor biaya yang dikeluarkan. Karena perbedaan satuan nilai antara performansi dan biaya, pada penelitian ini biaya alternatif dikonversikan ke nilai satuan dengan skala 1-10 seperti satuan performansi, sehingga keduanya dapat sesuai untuk dibandingkan. Pada tabel berikut ditunjukkan hasil perhitungan nilai performansi, jumlah pengeluaran biaya yang diperlukan dan nilai konversinya, serta perbandingan nilai performansi terhadap biaya pada setiap alternatif perbaikan (*value*). Pada tabel ini *value* kondisi eksisting juga akan dihitung agar dapat dibandingkan dengan alternatif perbaikan.

Tabel 5.11 Perhitungan *Value* Alternatif Perbaikan

Alternatif		Bobot Kriteria			Perfor- mance (P)	Cost (C)	Konversi	Value
		C1	C2	C3			Nilai	
		0,317	0,333	0,35			Cost	
0	Kondisi Eksisting	7	7	5	6,300	Rp40.871.472.000	6,300	1,000
1	Pembuatan Prosedur Kerja	7	8	5	6,633	Rp41.488.186.400	6,395	1,037
2	Pelatihan Tenaga Kerja	7	8	5	6,633	Rp41.618.859.200	6,415	1,034
3	Penelitian	8	8	5	6,950	Rp41.011.172.000	6,322	1,099
4	Penambahan mesin & operator	7	7	5	6,300	Rp60.645.980.800	9,348	0,674
5	1 dan 2	8	8	7	7,650	Rp42.235.573.600	6,510	1,175
6	1 dan 3	8	8	6	7,300	Rp41.627.886.400	6,417	1,138
7	1 dan 4	7	7	5	6,300	Rp61.262.695.200	9,443	0,667
8	2 dan 3	7	7	5	6,300	Rp41.758.559.200	6,437	0,979
9	2 dan 4	7	7	5	6,300	Rp61.393.368.000	9,463	0,666
10	3 dan 4	7	7	5	6,300	Rp60.785.680.800	9,370	0,672
11	1, 2, dan 3	9	9	7	8,300	Rp42.375.273.600	6,532	1,271
12	1, 2, dan 4	9	9	6	7,950	Rp62.010.082.400	9,558	0,832
13	1, 3, dan 4	9	9	6	7,950	Rp61.402.395.200	9,465	0,840
14	2, 3 dan 4	8	9	6	7,633	Rp61.533.068.000	9,485	0,805
15	1, 2, 3, dan 4	9	9	8	8,650	Rp62.149.782.400	9,580	0,903

Semakin besar performansi suatu alternatif perbaikan dibanding biayanya, semakin besar *value*-nya. Alternatif dengan *value* yang lebih besar dari *value* kondisi eksisting menunjukkan bahwa penerapan alternatif terkait akan lebih baik dibanding sistem pada kondisi eksisting, dimana dengan penambahan biaya sejumlah tertentu akan menghasilkan performansi yang lebih baik dibanding

selisih biayanya. Alternatif dengan *value* tertinggi merupakan alternatif yang terbaik. Pada tabel di atas tampak bahwa alternatif perbaikan dengan *value* terbesar adalah kombinasi alternatif 1 dan 2, alternatif 1 dan 3, serta alternatif 1, 2, dan 3.

Alternatif 5, kombinasi alternatif 1 & 2, menunjukkan bahwa dengan mengeluarkan biaya tambahan sekitar 1,36 milyar rupiah dapat meningkatkan performansi 21,43% lebih baik dari kondisi eksisting. Pembuatan prosedur kerja dilanjutkan dengan pelatihan atas SOP baru tersebut dapat menghasilkan performansi yang lebih baik dibanding salah satu dari kedua alternatif tersebut. Selain itu biaya yang dikeluarkan akan bermanfaat lebih besar karena penerapan kedua alternatif akan saling mendukung dalam perbaikan proses produksi.

Alternatif 6, kombinasi alternatif 1 & 3, menunjukkan bahwa biaya yang dikeluarkan lebih sedikit dari alternatif 5, tetapi peningkatan performansinya tidak lebih baik dari alternatif 5. Dengan mengeluarkan biaya tambahan sekitar 756,41 juta rupiah dapat meningkatkan performansi 15,87% lebih baik dari kondisi eksisting. Penelitian dapat mendukung pembuatan SOP yang baik, tetapi akan lebih baik jika SOP didukung dengan pelatihan, karena pelatihan penerapan lebih berpengaruh dibanding SOP yang baik tetapi kurang dapat diterapkan. Biaya untuk mengadakan penelitian juga lebih hemat dibanding pelatihan, tetapi pengaruhnya terhadap perbaikan proses produksi tidak begitu signifikan dibanding alternatif 5.

Akan lebih baik jika menerapkan ketiga alternatif tersebut, seperti yang ditunjukkan pada alternatif 11. Dengan mengeluarkan biaya tambahan sekitar 1,5 milyar rupiah atau 3,68%-nya dapat meningkatkan performansi 31,75% lebih baik dari kondisi eksisting. Selisih biaya memang akan lebih besar dari alternatif 5 dan 6, tetapi dampak peningkatan performansi jauh lebih baik dibanding selisih biayanya. Alternatif 11 diterapkan dengan mengadakan penelitian untuk menyusun SOP yang baik, lalu agar SOP tersebut dapat diterapkan dengan optimal maka dilakukan pelatihan bagi para pekerja.

Dengan demikian maka alternatif perbaikan yang diajukan untuk diterapkan pada proses produksi PT. X adalah alternatif 11 yaitu melakukan penelitian untuk pembuatan SOP yang lebih jelas dan terinci, kemudian mengadakan pelatihan sesuai dengan SOP baru tersebut agar dapat diterapkan dan dipatuhi dengan tepat demi proses produksi yang lebih baik.

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada Bab 6 ini berisi kesimpulan dari hasil analisa dan usulan perbaikan pada tahap sebelumnya dan saran yang diajukan bagi perusahaan obyek amatan.

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian tentang perbaikan proses produksi biji plastik berwarna PT. X dengan pendekatan *Lean* ini adalah :

1. Berdasarkan metode VSM diketahui bahwa 5,56% dari *production lead time* biji plastik berwarna merupakan waktu proses yang bukan digunakan untuk *value-adding activities*, dan berdasarkan pengkategorian aktivitas diketahui bahwa 12 dari 22 aktivitas dalam proses produksi adalah *value-adding activities*.
2. Dari hasil pembobotan dengan *Rank Sum* diketahui 3 *waste* kritis diantara 7 *waste* dalam konsep *Lean* adalah kategori *Delay & Waiting* pada peringkat pertama dengan bobot 22,6 %, *Unnecessary Motion* pada peringkat kedua dan *Inappropriate Processing* pada peringkat ketiga dengan bobot 20,2% dan 19%.
3. Dari 28 *root cause* yang telah dirinci dari ketiga kategori *waste* kritis tersebut, *root cause* kritis yang diprioritaskan adalah keahlian dan pengalaman pekerja yang berpengaruh terhadap terjadinya kesalahan pemrosesan dan pengulangan proses pengeringan bahan, kondisi pekerja yang kurang optimal yang berpengaruh terhadap kelancaran pemrosesan, sarana perawatan bahan selama pengiriman dan penyimpanan bahan, penerapan kebijakan untuk tidak menyediakan *safety stock* bahan, bahan yang belum dikirimkan oleh *supplier*, serta jumlah pekerja yang berpengaruh terhadap tingkat beban kerja dan kecepatan produksi.
4. Alternatif perbaikan yang diajukan untuk diterapkan pada proses produksi biji plastik berwarna PT. X adalah dengan melakukan penelitian untuk pembuatan SOP yang lebih jelas dan terinci, kemudian mengadakan

pelatihan sesuai dengan SOP baru tersebut agar dapat diterapkan dan dipatuhi dengan tepat demi proses produksi yang lebih baik. Berdasarkan hasil perhitungan *value analysis*, dengan menambah biaya penerapan alternatif tersebut sekitar 1,5 milyar rupiah dari biaya proses produksi eksisting, dapat meningkatkan performansi hingga 8,3 dari yang semula 6,3. Atau dengan kata lain, dengan menambah biaya sebanyak 3,68% dapat memperbaiki performansi hingga 31,75% lebih tinggi dari proses produksi eksisting.

6.2 Saran

Saran yang diajukan dalam penelitian ini adalah :

1. PT. X sebaiknya dapat menerapkan alternatif perbaikan yang telah diajukan dalam penelitian ini apda proses produksinya, khususnya produksi biji plastik berwarna. Penerapan ini dapat dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa hal terlebih dahulu mengingat data yang digunakan dalam penelitian ini belum tentu dapat sesuai dengan kondisi dan kemampuan produksi, serta kebijakan tertentu pada PT. X di masa depan.
2. Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, konsep dalam penelitian ini dapat dikembangkan lagi dengan menyertakan pendekatan lain seperti Six Sigma, TQM, atau metode pengembangan sistem yang lain agar analisa terhadap sistem yang diamati bisa lebih spesifik dan terukur.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Ashraf, M., dan Rahani, A. R. (2012). *Production Flow Analysis through Value Stream Mapping: A Lean Manufacturing Process Case Study*. Procedia Engineering , 1727-1734.
- Banda, M. (2013). *SIG Kelautan tahun 2002*. Makassar: Hasanuddin University.
- Basu, R. (2009). *Implementing Six Sigma and Lean, A Practical Guide to Tools and Techniques*. Elsevier Inc.
- Budiasih, A. J. (2013). *Penerapan Metode Fuzzy-QFD untuk Peningkatan Kualitas Produk Dodol Rumput Laut*. Tugas Akhir S.T., ITS.
- Cohen, L. (1995). *Quality Function Deployment : How to Make QFD Work for You*. United States of America: Addison Wisley Publishing.
- George, M. O. (2010). *The Lean Six Sigma Guide to Doing More with Less, Executive Summary*. John Wiley & Sons.
- Gygi, C., DeCarlo, N., dan Williams, B. (2005). *Six Sigma for Dummies*. Canada: Wiley Publishing Inc.
- Hines, P., dan Taylor, D. (2000). *Going Lean : A Guide to Implementation*. UK: Lean Enterprise Research Centre, Cardiff Business School.
- Kannan, S., Li, Y., Akhmed, N., dan El-Akkad, Z. (2010). *Developing A Maintenance Value Stream Map*.
- Karuniawati, F. (2009). *Desain Layanan IPTV dengan Menggunakan Metode Quality Function Deployment (QFD) untuk Wilayah Bandung*.
- Muthiah, K., dan Huang, S. H. (2006). *A Review of Literature on Manufacturing Systems Productivity Measurement and Improvement*. International Journal of Industrial and Systems Engineering , Vol.1 No.4 , 461-484.
- Pilkington, A. (2005). *Borda's method: A Scoring System*. Fremantle.
- Rich, N., dan Holweg, M. (2000). *Value Analysis, Value Engineering*. Cardiff: Lean Enterprise Research Centre.
- Susandari, H. (2011). *Pengembangan Metode QFD Multi Pengguna Untuk Merancang Transportasi Massal Berbasis Gender*. Tesis Jurusan Teknik Industri, ITS .

Wignjosoebroto, S. (2006). *Pengantar Teknik & Manajemen Industri*. Surabaya:

Guna Widya.

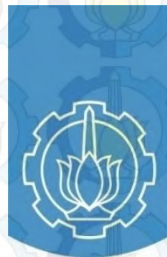
LAMPIRAN

Lampiran 1

Kuisisioner Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data

KUISISIONER PENELITIAN

**IMPLEMENTASI PENDEKATAN *LEAN*
UNTUK PERBAIKAN PROSES PRODUKSI
BIJI PLASTIK BERWARNA PADA PT. X**



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

**HESTI MUSTIKA SARI
2509.100.086**

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2014**

Identitas Surveyor :

Nama : Hesti Mustika Sari
Profesi/Posisi : Mahasiswi Teknik Industri ITS
No. Telepon : 08563118977
Email : hesti.mustikasari@gmail.com

Identitas Responden

Nama : BERNARD ISKANDAR DINATA
Profesi/Posisi : WAKIL DIREKTUR
No. Telepon : 081 5520 1156
Email : iskandar.bernard@gmail.com

PENGANTAR

Kuisisioner berikut merupakan kuisisioner untuk proses pengumpulan data penelitian dengan menggunakan pendekatan *Lean Six Sigma*. Kuisisioner ini digunakan untuk mengidentifikasi *waste* yang terjadi dalam proses produksi khususnya barang setengah jadi yaitu **biji plastik berwarna** pada perusahaan. *Waste* yang dimaksud merupakan aktivitas-aktivitas yang dianggap sebagai pemborosan atau tidak memberikan nilai tambah dalam proses produksi, meliputi produk cacat, produksi, penyimpanan, atau pemindahan material secara berlebih, pemrosesan dan pemanfaatan waktu pengerjaan yang kurang efektif, keergonomisan cara kerja, dan pemberdayaan kemampuan pegawai yang kurang tepat.

Pihak yang terlibat pada penelitian Tugas Akhir ini adalah pihak akademisi (ITS) dan pihak PT. , yang pada penelitian dan kuesioner ini selanjutnya disebut PT.X. Hasil pengolahan data penelitian ini akan digunakan untuk analisa perbaikan proses produksi biji plastik berwarna dengan mereduksi *waste* dan pemborosan yang terjadi. Semoga hasil penelitian Tugas Akhir ini dapat membantu memberikan masukan kepada perusahaan dalam upaya peningkatan kemampuan proses produksi dan kualitas produk. Segala aktivitas wawancara dan data yang diperoleh untuk kepentingan pendidikan dan penelitian. Atas partisipasi Anda saya ucapkan terima kasih.

Surabaya, 6 Agustus 2014

Tabel Keterangan Penilaian *Root Cause* untuk FMEA

Kolom	Keterangan
Waste yang terjadi	Jenis waste yang terjadi pada proses produksi berdasarkan kategori waste. Contoh : kategori waste (4) <i>Inappropriate Processing</i> memiliki tiga jenis pemborosan/waste yang terjadi, yaitu (41) pengulangan proses <i>trial</i> kombinasi bahan untuk produk baru, (42) pengulangan proses pengeringan, dan (43) kesalahan pemrosesan karena kelalaian pekerja.
Why 1, 2, 3, dst.	<i>Why 1</i> adalah kegagalan yang merupakan penyebab langsung waste yang terjadi, <i>why 2</i> adalah penyebab dari <i>why 1</i> , <i>why 3</i> adalah penyebab dari <i>why 2</i> , dan seterusnya. Contoh : jenis waste (42) pengulangan proses pengeringan terjadi karena (421) <i>set up</i> mesin <i>dryer</i> yang kurang tepat dan (422) pengukuran tingkat kelembapan bahan secara manual. 422 terjadi karena 4221 dan 4222.
S (<i>Severity</i>)	Tingkat seberapa parah atau serius dampak yang timbul dari kegagalan yang terjadi. Diisi dengan bilangan antara 1 (tidak ada dampak) sampai 10 (sangat berbahaya).
O (<i>Occurence</i>)	Nilai intensitas terjadinya kegagalan. Diisi dengan bilangan antara 1 (hampir tidak mungkin terjadi) sampai 10 (tingkat kejadian sangat tinggi).
D (<i>Detection</i>)	Nilai kemampuan pekerja dalam mendeteksi gejala yang menimbulkan terjadinya kegagalan. Diisi dengan bilangan antara 1 (sangat mudah dideteksi) hingga 10 (tidak dapat dideteksi).
	Data yang diisi hanya pada <i>cell</i> yang berwarna hijau (seperti disamping) saja.
	Keterangan tingkat S, O, dan D disajikan pada Tabel Keterangan Nilai SOD
RPN	Menunjukkan seberapa penting faktor tersebut (<i>why 1,2, dst.</i>) perlu diperbaiki demi mengurangi pemborosan dalam proses produksi.
	Merupakan hasil perkalian nilai S, O, dan D.
% RPN	Bobot RPN dalam bentuk prosentase. Akar penyebab waste dengan RPN tinggi akan dianalisa lebih lanjut.

Tabel Keterangan Nilai SOD

Level	Severity	Occurrence		Detection
1	Tidak ada dampak	Hampir tidak mungkin terjadi	$p < 0,1 \%$	Hampir tidak dapat terdeteksi
2	Berdampak sangat minor	Kemungkinan terjadinya sangat rendah	$0,1 \% \leq p < 3 \%$	Sangat sulit terdeteksi
3	Berdampak minor	Kemungkinan terjadinya rendah	$3 \% \leq p < 5 \%$	Sulit terdeteksi
4	Berdampak sangat rendah	Kemungkinan terjadinya sedang	$5 \% \leq p < 8 \%$	Kemungkinan terdeteksi sangat rendah
5	Berdampak rendah		$8 \% \leq p < 10 \%$	Kemungkinan terdeteksi rendah
6	Sedang		$10 \% \leq p < 13 \%$	Sedang
7	Berdampak serius	Kemungkinan terjadinya tinggi	$13 \% \leq p < 15 \%$	Kemungkinan terdeteksi cukup tinggi
8	Berdampak sangat serius		$15 \% \leq p < 18 \%$	Kemungkinan terdeteksi tinggi
9	Berbahaya	Kemungkinan terjadinya sangat tinggi	$18 \% \leq p < 20 \%$	Kemungkinan terdeteksi sangat tinggi
10	Sangat Berbahaya		$p \geq 20 \%$	Hampir selalu dapat dideteksi

Silakan dikoreksi atau diberi keterangan jika terdapat rincian yang kurang sesuai.									
Nomor Kategori Waste	Kategori Waste								
	Nomor Waste	Waste yang terjadi							
		Nomor Why 1	Why 1	Nomor Why 2	Why 2	Nomor Why 3	Why 3	Nomor Why 4	Why 4 dan seterusnya.
4	Inappropriate Processing								
	41		Pengulangan proses trial kombinasi bahan untuk produk baru						
	42		Pengulangan proses pengeringan karena bahan belum cukup kering						
	421		Set up mesin dryer kurang tepat						
	4211		Penentuan waktu dan suhu proses pengeringan berdasarkan proses yang pernah dilakukan						
	42111		Pencatatan history set up mesin dryer kurang lengkap						
	422		Pengukuran tingkat kelembapan bahan secara manual, perkiraan melalui indera peraba						
	4221		Pekerja kurang ahli dalam memperkirakan tingkat kelembapan bahan						
	4222		Tidak digunakan alat khusus untuk mengetahui tingkat kelembapan bahan						
43	Kelalaian pekerja (human error), terjadi kesalahan pemrosesan, spesifikasi produk tidak sesuai								
	431		Pekerja kurang fokus saat pemrosesan						
	4311		Kondisi (kesehatan atau konsentrasi) pekerja yang kurang optimal saat bekerja						
	432		Kurangnya keahlian atau pengalaman pekerja						
5	Excessive Transportation								
	51		Transportasi di lantai produksi sulit atau kurang efisien						
	511		Jalur transportasi terhalang barang lain atau pekerja yang berlalu-lalang						
	5111		Tidak ada batas area pemrosesan dan batas jalur transportasi pada lantai produksi						
	512		Pekerja kesulitan mengoperasikan kendaraan material handling						
	5121		Pekerja kurang ahli atau kurang berpengalaman						
52	Sulitnya pengambilan barang di gudang penyimpanan								
	521		Posisi penyimpanan barang kurang terencana, barang disimpan cenderung dengan prinsip LIFO						
	5211		Pekerja tidak memposisikan barang sesuai tanggal penyimpanan dan pengambilannya						
53	Pengulangan pemindahan barang untuk mendekatkan ke area pemrosesan								
	531		Pemindahan barang kurang teratur						
	5311		Tidak ada batas-batas khusus area pemrosesan dan area barang WIP						
6	Delay & Waiting								
	61		Proses mixing tertunda						
	611		Terkendala ketersediaan bahan baku atau bahan aditif						
	6111		Tidak ada persediaan barang yang dilebihkan (safety stock)						
	6112		Belum menerima bahan dari supplier						
	612		Pengerjaan bahan pada proses lain belum selesai						
	6121		Proses pengeringan biji plastik yang lembap						
	61211		Perawatan bahan selama penyimpanan di gudang kurang baik						
	612111		Sarana untuk perawatan bahan pada gudang kurang memadai						
	612112		Tidak dilakukan pengecekan berkala kondisi bahan selama di gudang						
	6121121		Pekerja gudang sibuk karena beban kerja yang tinggi						
	61212		Perawatan bahan selama perjalanan (pengiriman bahan) kurang baik						
	612121		Pengaruh cuaca selama perjalanan						
	612122		Sarana transportasi tidak mendukung kualitas bahan terjaga dengan baik						
	6122		Proses trial kombinasi bahan untuk permintaan baru						
	61221		Menunggu konfirmasi customer mengenai spesifikasi produk						
613	Kapasitas pemrosesan terbatas								
	6131		Kapasitas mesin kurang dapat memenuhi kebutuhan kecepatan pemrosesan						
	6132		Performansi/kinerja pekerja yang kurang optimal						
	6133		Jumlah pekerja kurang dapat memenuhi kebutuhan kecepatan pemrosesan						
62	Bahan baku tersedia lebih awal dari waktu dibutuhkan								
	621		Jadwal produksi kurang tepat						
	6211		Terdapat permintaan lain yang lebih diprioritaskan						
	6212		Bahan baku dari supplier datang tidak sesuai dengan jadwal						
	6213		Pelaksanaan produksi tidak sesuai dengan yang dijadwalkan						
63	Pekerja idle pada proses pengeringan dan proses mixing saat mesin bekerja, atau saat proses tertunda								
	631		Tidak ada aktivitas lain yang dilakukan pekerja						
	6311		Pekerja tidak memanfaatkan waktu idle tersebut untuk mengerjakan atau membantu proses lain						
	6312		Mesin tidak terotomasi, pekerja tidak dapat meninggalkan tempat kerja						
	6312		Pekerja kurang memiliki keahlian pada proses lain						
7	Unnecessary Motion								
	71		Aktivitas pekerja kurang efisien dalam operasi kerjanya						
	711		Tidak dilaksanakannya standar pengoperasian						
	7111		Standar pengoperasian dianggap mempersulit pekerjaan						
	7112		Pekerja kurang memahami standar pengoperasian yang ada						
	712		Tidak ada standar tata cara pengoperasian						
	713		Standar tata cara pengoperasian kurang mendetail						
72	Aktivitas pekerja kurang efisien, terkait pemindahan barang								
	721		Pemindahan barang berulang untuk mendekatkan ke area pemrosesan						
	7211		Terbatasnya area untuk menempatkan material WIP						
	7212		Pekerja sibuk dengan aktivitas lain sehingga menunda pemindahan barang						

Penilaian Alternatif Perbaikan	
Kolom	Keterangan
Alternatif Perbaikan	Beberapa alternatif perbaikan yang dapat diterapkan untuk mengurangi dampak pemborosan/waste yang terjadi. Alternatif 0 adalah "do nothing", yaitu kondisi eksisting tanpa ada upaya perbaikan. Alternatif 5 hingga 15 adalah penerapan gabungan dari beberapa alternatif bersamaan. Contoh : alternatif 14 adalah diadakan pelatihan tenaga kerja (2) dan penelitian terhadap proses produksi (3), serta dilakukan pengecekan ketepatan pemrosesan secara berkala (4).
Performance	Nilai perkiraan performansi atau pencapaian perbaikan jika alternatif terkait diterapkan, berdasarkan ketiga kriteria yang telah ditentukan. Diisi dengan level 1 hingga 10 dengan keterangan yang ditunjukkan pada "Tabel Keterangan Nilai Performance".

Alternatif Perbaikan		Performance		
		Waktu Produktif Mesin	Waktu Produktif Pekerja	Output Produksi
0	Kondisi Eksisting	7	7	5
1	Pembuatan Prosedur Kerja	7	8	5
2	Pelatihan Tenaga Kerja	7	8	5
3	Penelitian	8	8	5
4	Penambahan mesin dan operator	7	7	5
5	1 dan 2	8	8	7
6	1 dan 3	8	8	6
7	1 dan 4	7	7	5
8	2 dan 3	7	7	5
9	2 dan 4	7	7	5
10	3 dan 4	7	7	5
11	1, 2, dan 3	9	9	7
12	1, 2, dan 4	9	9	6
13	1, 3, dan 4	9	9	6
14	2, 3 dan 4	8	9	6
15	1, 2, 3, dan 4	9	9	8

Tabel Keterangan Nilai Performance

Nilai	Waktu Produktif Mesin	Waktu Produktif Pekerja	Output Produksi
1	0% - 30%	0% - 30%	0% - 60%
2	30% - 35%	30% - 35%	60% - 70%
3	35% - 40%	35% - 40%	70% - 80%
4	40% - 45%	40% - 45%	80% - 90%
5	45% - 50%	45% - 50%	90% - 100%
6	50% - 60%	50% - 60%	100% - 125%
7	60% - 70%	60% - 70%	125% - 150%
8	70% - 80%	70% - 80%	150% - 175%
9	80% - 90%	80% - 90%	175% - 200%
10	90% - 100%	90% - 100%	lebih dari 200%

Biaya Penerapan Alternatif Perbaikan	
Kolom	Keterangan
Alternatif Perbaikan	Beberapa alternatif perbaikan yang dapat diterapkan untuk mengurangi dampak pemborosan/waste yang terjadi.
Nama Kebutuhan	Rincian kebutuhan biaya yang diperlukan untuk menerapkan setiap alternatif perbaikan.
Biaya (Rp)	Diisi dengan besarnya nominal yang perlu dikeluarkan berdasar rincian nama kebutuhan.
Satuan	Satuan dari besarnya nominal yang diisikan pada kolom Biaya. Misalnya kebutuhan biji plastik pada kondisi eksisting, nominal yang diisikan pada kolom Biaya merupakan harga beli biji plastik per kg.
Banyaknya	Jumlah atau kuantitas yang dibutuhkan untuk melaksanakan alternatif perbaikan.

Alternatif Perbaikan		Nama Kebutuhan		Biaya (Rp)	Satuan	Banyaknya
0	Kondisi Eksisting	Biaya tenaga kerja		Rp 11,400.00	per orang per	9 orang
		Biaya bahan baku	Biji plastik	Rp 24,000.00	per kg per	15.000.000 kg
			Bahan aditif	Rp 150,000.00	per kg per	30.000 kg
			Kemasan	Rp 4,000.00	per pc per	60.000pc
Biaya energi listrik			Rp 80,000.00	per jam	720 jam	
1	Pembuatan Prosedur Kerja	Biaya perancangan SOP	Biaya rapat	Rp 110,000.00	per sekali rapat per bulan	4 kali
			Tambahan jam kerja untuk perancangan SOP	Rp 11,400.00	per jam kerja per orang	24 jam
			Pembelian buku referensi	Rp 500,000.00	per jilid	1 kali
		Biaya pembuatan/penggantian SOP	Pembuatan buku SOP	Rp 500,000.00	per jilid	1 kali
			Penggantian stiker SOP	Rp 500,000.00		1 kali
		Biaya sosialisasi SOP	Tambahan jam kerja untuk sosialisasi	Rp 11,400.00	per jam kerja per orang	24 jam
		Biaya implementasi SOP baru	Tambahan biaya produksi karena pemrosesan lebih panjang	Rp 400.00	per unit produk	150.000 kg
2	Pelatihan Tenaga Kerja	Biaya pelatihan	Biaya pengajar dari pihak ahli	Rp 500,000.00	per orang per	1 kali
			Penyediaan buku pelatihan	Rp 500,000.00	per jilid	1 kali
			Biaya tambahan jam kerja untuk pelatihan	Rp 11,400.00	per jam kerja per orang	24 jam
		Biaya eksperimen (biaya bahan dan energi listrik untuk mesin)	Biji plastik	Rp 24,000.00	per kg	5000 kg
			Bahan aditif	Rp 150,000.00	per kg	10 kg
			Kemasan	Rp 4,000.00	per piece	200 pc
			Biaya energi listrik untuk mesin	Rp 80,000.00	per jam	40 jam
		Biaya implementasi	Tambahan biaya produksi karena pemrosesan lebih panjang	Rp 400.00	per unit produk	50 kg
3	Penelitian	Biaya tenaga kerja ahli		Rp 500,000.00	per orang per	1 kali
		Biaya eksperimen (biaya bahan dan energi listrik untuk mesin)	Biji plastik	Rp 24,000.00	per kg	5000 kg
			Bahan aditif	Rp 150,000.00	per kg	10 kg
			Kemasan	Rp 4,000.00	per piece	200pc
			Biaya energi listrik untuk mesin	Rp 80,000.00	per jam	40 jam
		Biaya pembuatan catatan hasil penelitian		Rp 200,000.00	per eksemplar	1 kali
Biaya pengadaan mesin		Rp 1,000,000,000.00	per unit	1 unit		
4	Penambahan mesin mixing beserta operatornya	Biaya pemasangan dan instalasi mesin	Biaya tenaga kerja ahli	Rp 1,000,000.00	per unit mesin per jam	
			Biaya energi listrik untuk instalasi mesin	Rp 80,000.00	per jam	336 jam
		Biaya percobaan awal pengoperasian mesin (biaya bahan dan energi listrik untuk mesin)	Biji plastik	Rp 24,000.00	per kg	750000 kg
			Bahan aditif	Rp 15,000.00	per kg	15000 kg
			Kemasan	Rp 4,000.00	per piece	30000 pc
			Biaya energi listrik untuk mesin	Rp 80,000.00	per jam	720 jam
		Biaya rekrutmen operator baru		Rp 11,400.00	per orang per	1 orang
		Biaya pelatihan operator baru	Biaya tambahan beban kerja bagi operator lama yang memberikan pelatihan	Rp 11,400.00	per orang per jam	24 jam

Lampiran 2

Tabel Perhitungan Biaya Penerapan Alternatif 0

Alternatif Perbaikan		Nama Kebutuhan		Biaya (Rp)	Satuan	Banyaknya						
						Banyaknya	orang	kg	x kali	jam	shift	hari
0	Kondisi Eksisting	Biaya tenaga kerja		Rp 11.400,00	per orang	9 orang	9			8	3	30
		Biaya bahan baku	Biji plastik	Rp 24.000,00	per kg	1.500.000 kg		1.500.000				
			Bahan aditif	Rp 150.000,00	per kg	30.000 kg		30.000				
			Kemasan	Rp 4.000,00	per <i>piece</i>	60.000 piece		60.000				
		Biaya energi listrik		Rp 80.000,00	per jam	720 jam				8	3	30

Tabel Perhitungan Biaya Penerapan Alternatif 0 (lanjutan)

Alternatif Perbaikan	Nama Kebutuhan		Rp per Kebutuhan	Biaya		Total Biaya
0	Kondisi Eksisting	Biaya tenaga kerja	Rp 73.872.000,00	Rp 73.872.000,00	Rp40.871.472.000	Rp40.871.472.000
		Biaya bahan baku	Biji plastik	Rp 36.000.000.000,00		
			Bahan aditif	Rp 4.500.000.000,00		
			Kemasan	Rp 240.000.000,00		
		Biaya energi listrik	Rp 57.600.000,00	Rp 57.600.000,00		

Tabel Perhitungan Biaya Penerapan Alternatif 1

Alternatif Perbaikan		Nama Kebutuhan		Biaya (Rp)	Satuan	Banyaknya						
						Banyaknya	orang	kg	x kali	jam	shift	hari
1	Pembuatan Prosedur Kerja	Biaya perancangan SOP	Biaya rapat	Rp 110.000,00	per 1x rapat	4 kali per						4
			Tambahan jam kerja untuk perancangan SOP	Rp 11.400,00	per jam kerja per orang	24 jam	9		24	3		
			Pembelian buku referensi	Rp 500.000,00	per jilid	1 kali			1			
		Biaya pembuatan / penggantian SOP	Pembuatan buku SOP	Rp 500.000,00	per jilid	1 kali			1			
			Penggantian stiker SOP	Rp 500.000,00		1 kali			1			
		Biaya sosialisasi SOP	Tambahan jam kerja untuk sosialisasi	Rp 11.400,00	per jam kerja per orang	24 jam	9		24	3		
		Biaya implementasi SOP baru	Tambahan biaya produksi karena pemrosesan lebih panjang	Rp 400,00	per kg	1.500.000 kg		1.500.000				

Tabel Perhitungan Biaya Penerapan Alternatif 1 (lanjutan)

Alternatif Perbaikan		Nama Kebutuhan		Rp per Kebutuhan	Biaya		Total Biaya
1	Pembuatan Prosedur Kerja	Biaya perancangan SOP	Biaya rapat	Rp 440.000,00	Rp 8.327.200,00	Rp616.714.400	Rp41.488.186.400
			Tambahan jam kerja untuk perancangan SOP	Rp 7.387.200,00			
			Pembelian buku referensi	Rp 500.000,00			
		Biaya pembuatan / penggantian SOP	Pembuatan buku SOP	Rp 500.000,00	Rp 1.000.000,00		
			Penggantian stiker SOP	Rp 500.000,00			
		Biaya sosialisasi SOP	Tambahan jam kerja untuk sosialisasi	Rp 7.387.200,00	Rp 7.387.200,00		
		Biaya implementasi SOP baru	Tambahan biaya produksi karena pemrosesan lebih panjang	Rp 600.000.000,00	Rp 600.000.000,00		

Tabel Perhitungan Biaya Penerapan Alternatif 2

Alternatif Perbaikan	Nama Kebutuhan	Biaya (Rp)	Satuan	Banyaknya						
				Banyaknya	orang	kg	x kali	jam	shift	hari
2	Pelatihan Tenaga Kerja	Biaya pengajar dari pihak ahli	Rp 500.000,00	per orang	1 kali			1		
		Penyediaan buku pelatihan	Rp 500.000,00	per jilid	1 kali			1		
		Biaya tambahan jam kerja untuk pelatihan	Rp 11.400,00	per jam kerja per orang	24 jam	9		1	24	3
	Biaya eksperimen (biaya bahan dan energi listrik untuk mesin)	Biji plastik	Rp 24.000,00	per kg	5.000 kg		5.000			
		Bahan aditif	Rp 150.000,00	per kg	100 kg		100			
		Kemasan	Rp 4.000,00	per piece	200 piece			200		
		Biaya energi listrik untuk mesin	Rp 80.000,00	per jam	40 jam				40	
	Biaya implementasi	Tambahan biaya produksi karena pemrosesan lebih panjang	Rp 400,00	per kg	1.500.000 kg		1.500.000			

Tabel Perhitungan Biaya Penerapan Alternatif 2 (lanjutan)

Alternatif Perbaikan		Nama Kebutuhan		Rp per Kebutuhan	Biaya		Total Biaya
2	Pelatihan Tenaga Kerja	Biaya pelatihan	Biaya pengajar dari pihak ahli	Rp 500.000,00	Rp 8.387.200,00	Rp747.387.200	Rp41.618.859.200
			Penyediaan buku pelatihan	Rp 500.000,00			
			Biaya tambahan jam kerja untuk pelatihan	Rp 7.387.200,00			
		Biaya eksperimen (biaya bahan dan energi listrik untuk mesin)	Biji plastik	Rp 120.000.000,00	Rp 139.000.000,00		
			Bahan aditif	Rp 15.000.000,00			
			Kemasan	Rp 800.000,00			
			Biaya energi listrik untuk mesin	Rp 3.200.000,00			
		Biaya implementasi	Tambahan biaya produksi karena pemrosesan lebih panjang	Rp 600.000.000,00	Rp 600.000.000,00		

Tabel Perhitungan Biaya Penerapan Alternatif 3

Alternatif Perbaikan	Nama Kebutuhan	Biaya (Rp)	Satuan	Banyaknya						
				Banyaknya	orang	kg	x kali	jam	shift	hari
3	Penelitian	Biaya tenaga kerja ahli	Rp 500.000,00	per orang	1 kali			1		
		Biaya eksperimen (biaya bahan dan energi listrik untuk mesin)	Biji plastik	Rp 24.000,00	per kg	5.000 kg		5.000		
			Bahan aditif	Rp 150.000,00	per kg	100 kg		100		
			Kemasan	Rp 4.000,00	per piece	200 piece		200		
			Biaya energi listrik untuk mesin	Rp 80.000,00	per jam	40 jam		40		
		Biaya pembuatan catatan hasil penelitian	Rp 200.000,00	per jilid	1 kali			1		

Tabel Perhitungan Biaya Penerapan Alternatif 3 (lanjutan)

Alternatif Perbaikan	Nama Kebutuhan		Rp per Kebutuhan	Biaya		Total Biaya
3	Penelitian	Biaya tenaga kerja ahli	Rp 500.000,00	Rp 500.000,00	Rp139.700.000	Rp41.011.172.000
		Biaya eksperimen (biaya bahan dan energi listrik untuk mesin)	Biji plastik	Rp 120.000.000,00		
			Bahan aditif	Rp 15.000.000,00		
			Kemasan	Rp 800.000,00		
			Biaya energi listrik untuk mesin	Rp 3.200.000,00		
		Biaya pembuatan catatan hasil penelitian	Rp 200.000,00	Rp 200.000,00		

Tabel Perhitungan Biaya Penerapan Alternatif 4

Alternatif Perbaikan	Nama Kebutuhan	Biaya (Rp)	Satuan	Banyaknya						
				Banyaknya	orang	kg	x kali	jam	shift	hari
4	Biaya pengadaan mesin	Rp 1.000.000.000,00	per unit	1 unit			1			
	Biaya pemasangan dan instalasi mesin	Biaya tenaga kerja ahli Rp 1.000.000,00	per unit mesin per jam	336 jam				336		
		Biaya energi listrik untuk instalasi mesin Rp 80.000,00	per jam	336 jam				336		
	Biaya percobaan awal pengoperasian mesin (biaya bahan dan energi listrik untuk mesin)	Biji plastik Rp 24.000,00	per kg	750.000 kg		750.000				
		Bahan aditif Rp 15.000,00	per kg	15.000 kg		15.000				
		Kemasan Rp 4.000,00	per piece	30.000 piece			30.000			
		Biaya energi listrik untuk mesin Rp 80.000,00	per jam	720 jam				720		
	Biaya rekrutmen operator baru	Rp 11.400,00	per orang	1 orang	1			8	3	30
	Biaya pelatihan operator baru	Biaya tambahan beban kerja bagi operator senior yang memberikan pelatihan Rp 11.400,00	per orang per jam	24 jam	1			24	3	1

Tabel Perhitungan Biaya Penerapan Alternatif 4 (lanjutan)

Alternatif Perbaikan		Nama Kebutuhan		Rp per Kebutuhan		Biaya		Total Biaya	
4	Penambahan mesin <i>mixing</i> beserta operatornya	Biaya pengadaan mesin		Rp	1.000.000.000,00	Rp	1.000.000.000,00	Rp19.774.508.800	Rp60.645.980.800
		Biaya pemasangan dan instalasi mesin	Biaya tenaga kerja ahli	Rp	336.000.000,00	Rp	362.880.000,00		
			Biaya energi listrik untuk instalasi mesin	Rp	26.880.000,00				
		Biaya percobaan awal pengoperasian mesin (biaya bahan dan energi listrik untuk mesin)	Biji plastik	Rp	18.000.000.000,00	Rp	18.402.600.000,00		
			Bahan aditif	Rp	225.000.000,00				
			Kemasan	Rp	120.000.000,00				
			Biaya energi listrik untuk mesin	Rp	57.600.000,00				
		Biaya rekrutmen operator baru		Rp	8.208.000,00	Rp	8.208.000,00		
Biaya pelatihan operator baru	Biaya tambahan beban kerja bagi operator senior yang memberikan pelatihan	Rp	820.800,00	Rp	820.800,00				

Tabel Perhitungan Biaya Penerapan Kombinasi Alternatif Perbaikan

Alternatif		Nama Biaya	Biaya	Total Biaya
5	1 dan 2	Biaya penerapan alternatif 1	Rp 616.714.400,00	Rp42.235.573.600,00
		Biaya penerapan alternatif 2	Rp 747.387.200,00	
		Biaya produksi	Rp 40.871.472.000,00	
6	1 dan 3	Biaya penerapan alternatif 1	Rp 616.714.400,00	Rp41.627.886.400,00
		Biaya penerapan alternatif 3	Rp 139.700.000,00	
		Biaya produksi	Rp 40.871.472.000,00	
7	1 dan 4	Biaya penerapan alternatif 1	Rp 616.714.400,00	Rp61.262.695.200,00
		Biaya penerapan alternatif 4	Rp 19.774.508.800,00	
		Biaya produksi	Rp 40.871.472.000,00	
8	2 dan 3	Biaya penerapan alternatif 2	Rp 747.387.200,00	Rp41.758.559.200,00
		Biaya penerapan alternatif 3	Rp 139.700.000,00	
		Biaya produksi	Rp 40.871.472.000,00	
9	2 dan 4	Biaya penerapan alternatif 2	Rp 747.387.200,00	Rp61.393.368.000,00
		Biaya penerapan alternatif 4	Rp 19.774.508.800,00	
		Biaya produksi	Rp 40.871.472.000,00	
10	3 dan 4	Biaya penerapan alternatif 3	Rp 139.700.000,00	Rp60.785.680.800,00
		Biaya penerapan alternatif 4	Rp 19.774.508.800,00	
		Biaya produksi	Rp 40.871.472.000,00	

Tabel Perhitungan Biaya Penerapan Kombinasi Alternatif Perbaikan (lanjutan)

Alternatif		Nama Biaya	Biaya	Total Biaya
11	1, 2, dan 3	Biaya penerapan alternatif 1	Rp 616.714.400,00	Rp42.375.273.600,00
		Biaya penerapan alternatif 2	Rp 747.387.200,00	
		Biaya penerapan alternatif 3	Rp 139.700.000,00	
		Biaya produksi	Rp 40.871.472.000,00	
12	1, 2, dan 4	Biaya penerapan alternatif 1	Rp 616.714.400,00	Rp62.010.082.400,00
		Biaya penerapan alternatif 2	Rp 747.387.200,00	
		Biaya penerapan alternatif 4	Rp 19.774.508.800,00	
		Biaya produksi	Rp 40.871.472.000,00	
13	1, 3, dan 4	Biaya penerapan alternatif 1	Rp 616.714.400,00	Rp61.402.395.200,00
		Biaya penerapan alternatif 3	Rp 139.700.000,00	
		Biaya penerapan alternatif 4	Rp 19.774.508.800,00	
		Biaya produksi	Rp 40.871.472.000,00	
14	2, 3 dan 4	Biaya penerapan alternatif 2	Rp 747.387.200,00	Rp61.533.068.000,00
		Biaya penerapan alternatif 3	Rp 139.700.000,00	
		Biaya penerapan alternatif 4	Rp 19.774.508.800,00	
		Biaya produksi	Rp 40.871.472.000,00	
15	1, 2, 3, dan 4	Biaya penerapan alternatif 1	Rp 616.714.400,00	Rp62.149.782.400,00
		Biaya penerapan alternatif 2	Rp 747.387.200,00	
		Biaya penerapan alternatif 3	Rp 139.700.000,00	
		Biaya penerapan alternatif 4	Rp 19.774.508.800,00	
		Biaya produksi	Rp 40.871.472.000,00	

BIOGRAFI PENULIS



Penulis bernama Hesti Mustika Sari, lahir sebagai anak terakhir dari empat bersaudara pada 21 Oktober 1991 di Jember, Jawa Timur. Penulis memulai pendidikan formalnya dengan bersekolah di SDN Airlangga IV/201 Surabaya. Lulus dari sekolah dasar, penulis kemudian meneruskan studinya pada tingkat lanjut di SMP Negeri 6 Surabaya, dan tingkat atas di SMA Negeri 2 Surabaya.

Dengan berharap mendapatkan ilmu yang lebih aplikatif agar mendapat jenjang karir sesuai keinginan di era pasar global, penulis melanjutkan menuntut ilmu dengan berkuliah di Jurusan Teknologi Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Selama menjadi mahasiswa, penulis sempat ikut aktif sebagai anggota di organisasi kemahasiswaan yaitu UKTK Rara Kananta. Di luar lingkungan kampus penulis juga aktif sebagai pengajar non-formal pelajaran sekolah di waktu luang. Selama berkuliah di ITS, penulis mendapat berbagai ilmu dan pengetahuan terutama pengenalan terhadap sistem dan manajemen di bidang manufaktur dan korporasi, pengalaman kerja, juga pengalaman dari berbagai aktivitas penelitian yang bermanfaat bagi penulis setelah menyelesaikan masa kuliahnya.

Melalui penelitian ini penulis ingin berbagi ilmu terutama di mengenai perbaikan atau pengembangan sistem di industri manufaktur, mengingat dunia industri di masa depan semakin maju dengan pesat.

Untuk pertanyaan atau informasi lebih lengkap mengenai penelitian Tugas Akhir ini, dapat menghubungi penulis melalui alamat email hesti.mustikasari@ymail.com.